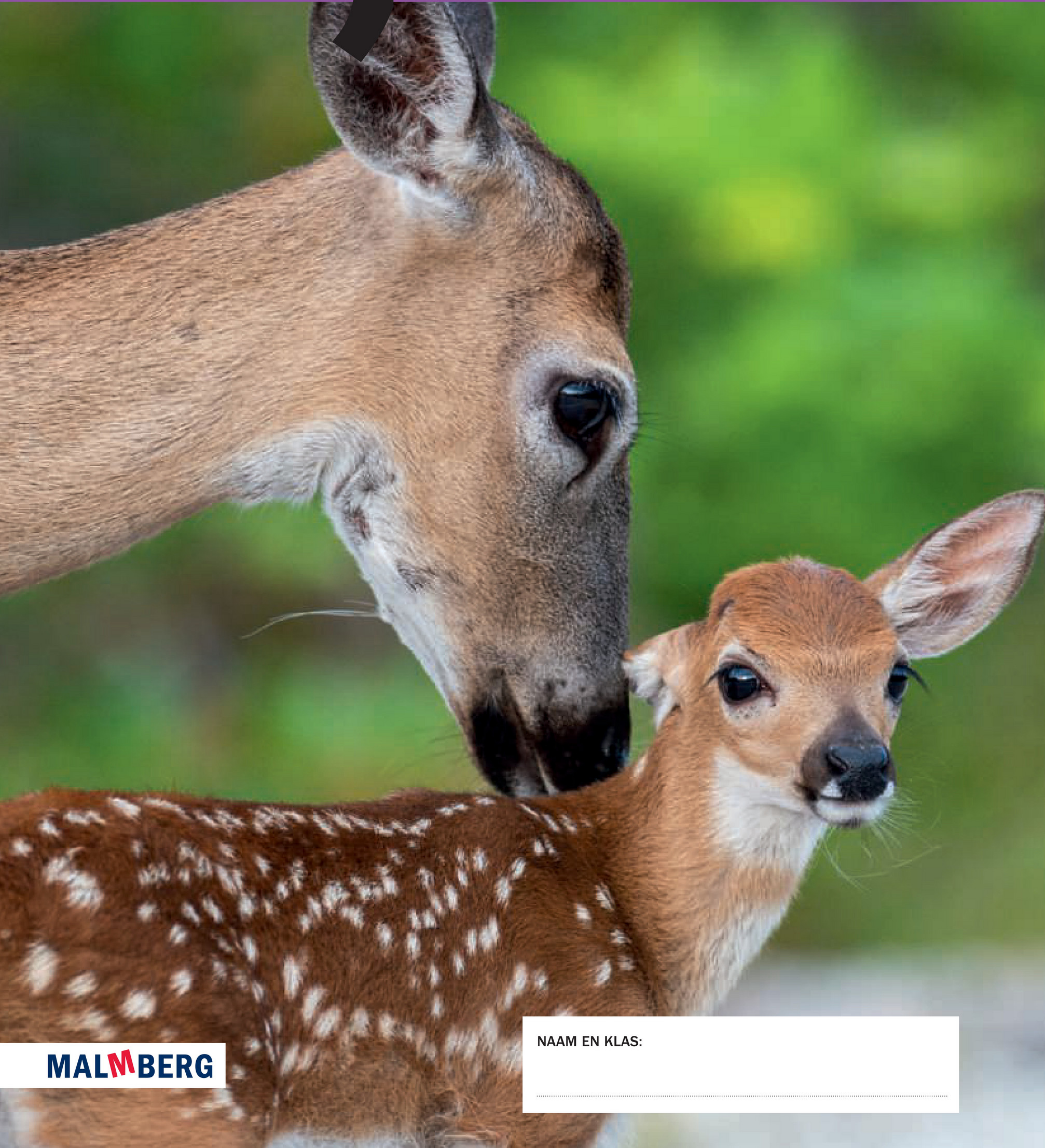


bvj





1 VWO|GYMNASIUM deel B

Biologie voor jou

Biologie voor de onderbouw

Eindredactie

Lineke Pijnappels

Auteurs

Daniël van Draanen

Marianne Gommers

Arthur Jansen

Judith Korhorn

Hans Rawee

Met medewerking van

Arteunis Bos

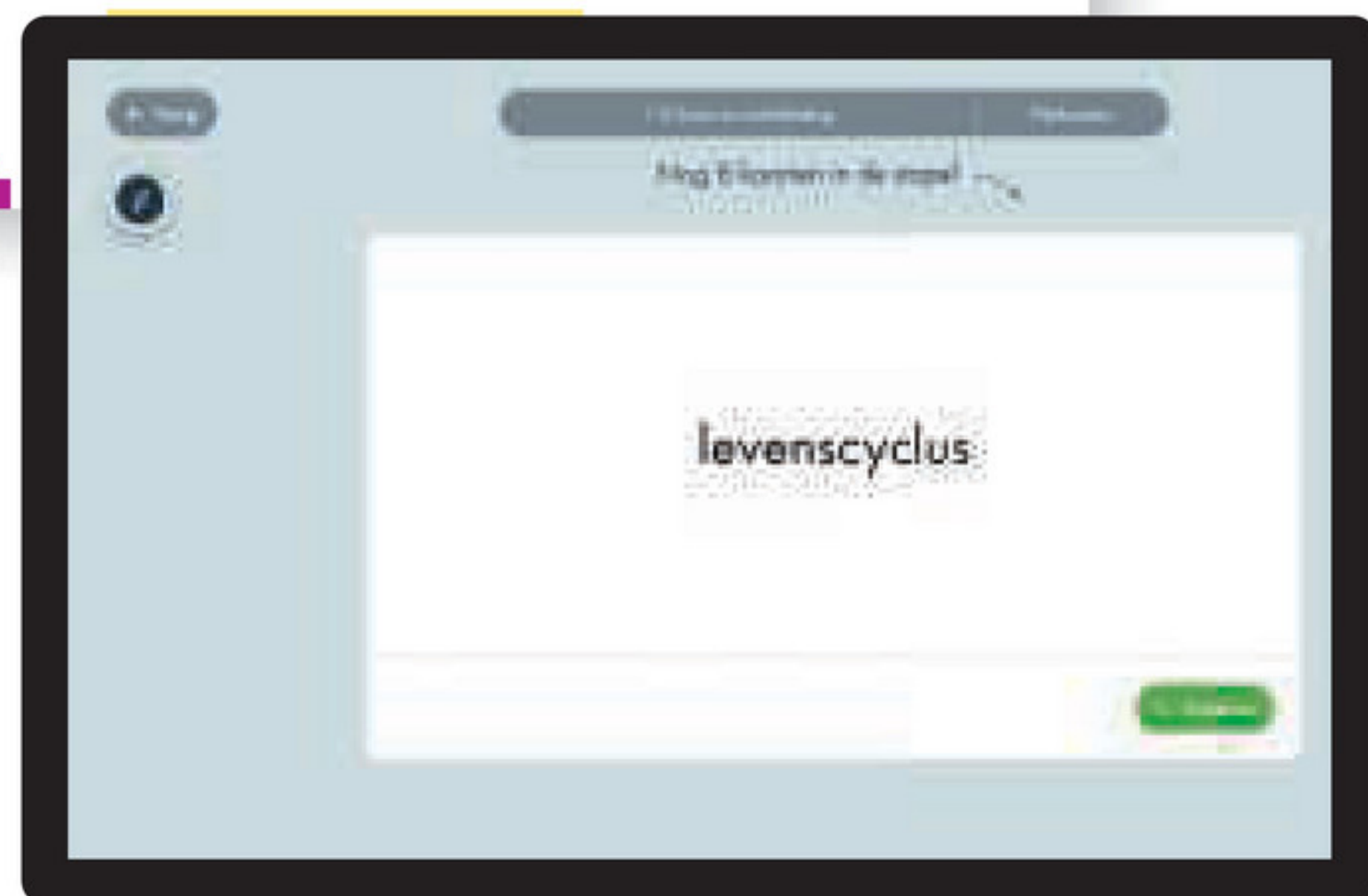
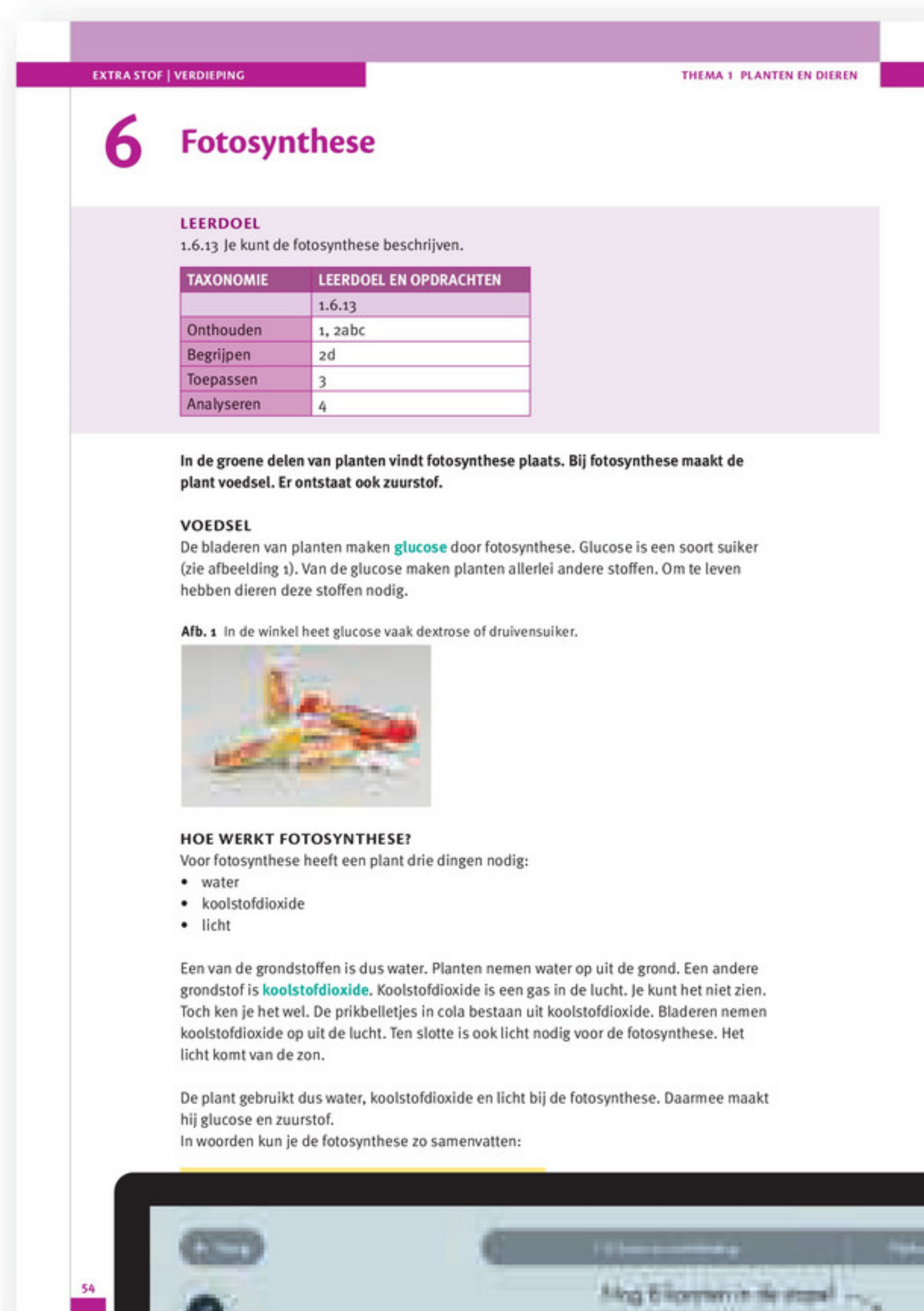
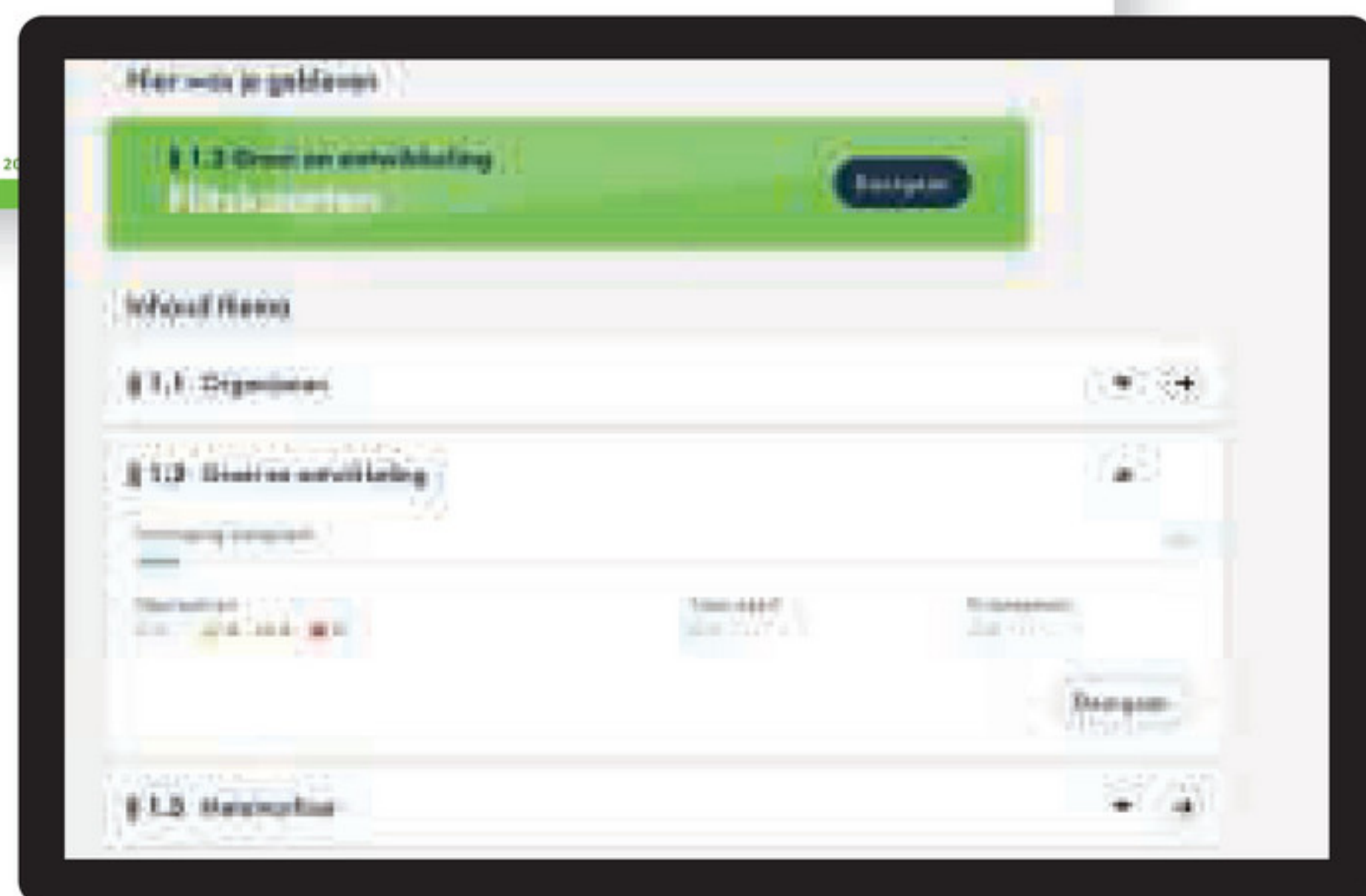
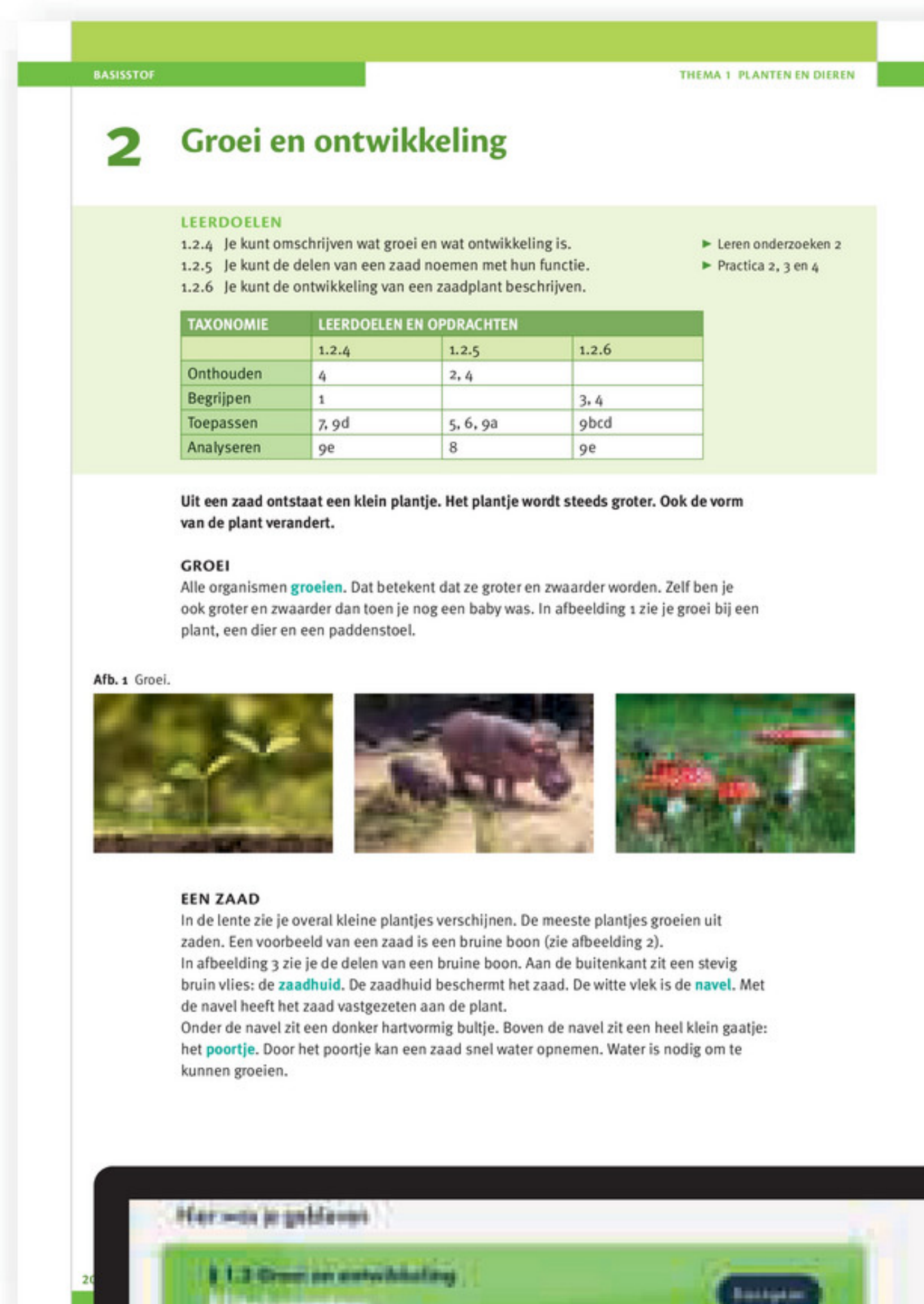
Onno Kalverda

 Release 2021

www.biologievoorjou.nl
Malmberg, 's-Hertogenbosch

Aan de slag met *Biologie voor jou*

Biologie is overal om je heen. Met *Biologie voor jou* heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken! Als je start met het introductiehoofdstuk, leer je waar het vak biologie om draait, waarom het belangrijk is en wat je ermee kunt.



Werk in je boek én online!

Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je docent kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek. Elk thema is verdeeld in basisstof, extra stof, onderzoek en afsluiting. Vooraan staat steeds met leerdoelen aangegeven wat je gaat leren en op welk taxonomieniveau je het geleerde oefent bij de opdrachten. De extra stof maak je als je meer wilt weten, nieuwsgierig bent of tijd over hebt. In het onderdeel onderzoek leer je onderzoeken en ga je met practica aan de slag.

Voordelen van online

- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties.
- Je leert de begrippen en overhoort jezelf met de flitskaarten.
- Je meet of je de stof beheerst met de test jezelf, oefentoets of diagnostische toets.
- Je kunt op een hoger of lager niveau en leerjaar werken.
- Je docent volgt hoe het met je gaat.

Samenhang

Aan het einde van elke basisstof én na alle basisstoffen is er een onderdeel **samenhang**. Deze staan in een oranje kader. Met de samenhang ontdek je hoe de leerstof van belang is in de wereld om je heen. Ook leer je verbanden te zien tussen de informatie uit verschillende basisstoffen.

SAMENHANG

THEMA 1 PLANTEN EN DIEREN

Samenhang

JONGE ALBATROSSEN ETEN ZICH DOOD

Midden in de Grote Oceaan ligt het koraaleiland Midway. De bodem van Midway bestaat uit kalkskeletjes van gestorven koraaldierjes. Regenwater zakt in deze bodem snel weg. Door het gebrek aan water leven er maar weinig planten en dieren. Wel broeden op Midway elk jaar anderhalf miljoen albatrossen.

Albatrossen brengen een groot deel van hun leven door in de lucht. Ze vliegen duizenden kilometers boven zee op zoek naar voedsel. Ze vinden van alles, zoals levende en dode vissen, garnalen en waterplanten, maar ook stukjes hout en plastic. Zonder op het water te landen pikken ze dat in volle vlucht van het wateroppervlak.

Die vangst bestaat voor een steeds groter deel uit plastic. Het meeste plastic in zee is afkomstig van het vasteland. Plastic afval in de natuur eindigt voor een groot deel in zee. De wind blaast het de zee in of het stroomt met rivierwater mee naar zee. Organismen kunnen plastic niet verteren, waardoor het honderden jaren kan blijven bestaan.

Als de ouders terugkeren van zee, braken ze wat ze verzameld hebben op en voeren dat aan hun jongen (zie afbeelding 1). Op deze manier krijgen jonge albatrossen steeds vaker plastic gevoerd. Een deel van de jonge albatrossen sterft daardoor.

Afb. 1 Een albatros braakt een plastic dop uit tijdens het voeren.



OPDRACHTEN

1

a Is een albatros een organisme? Leg uit waardoor je dat weet.

Ja, want een albatros heeft levenskenmerken. Hij kan bijvoorbeeld bewegen, voortplanten en voeden.

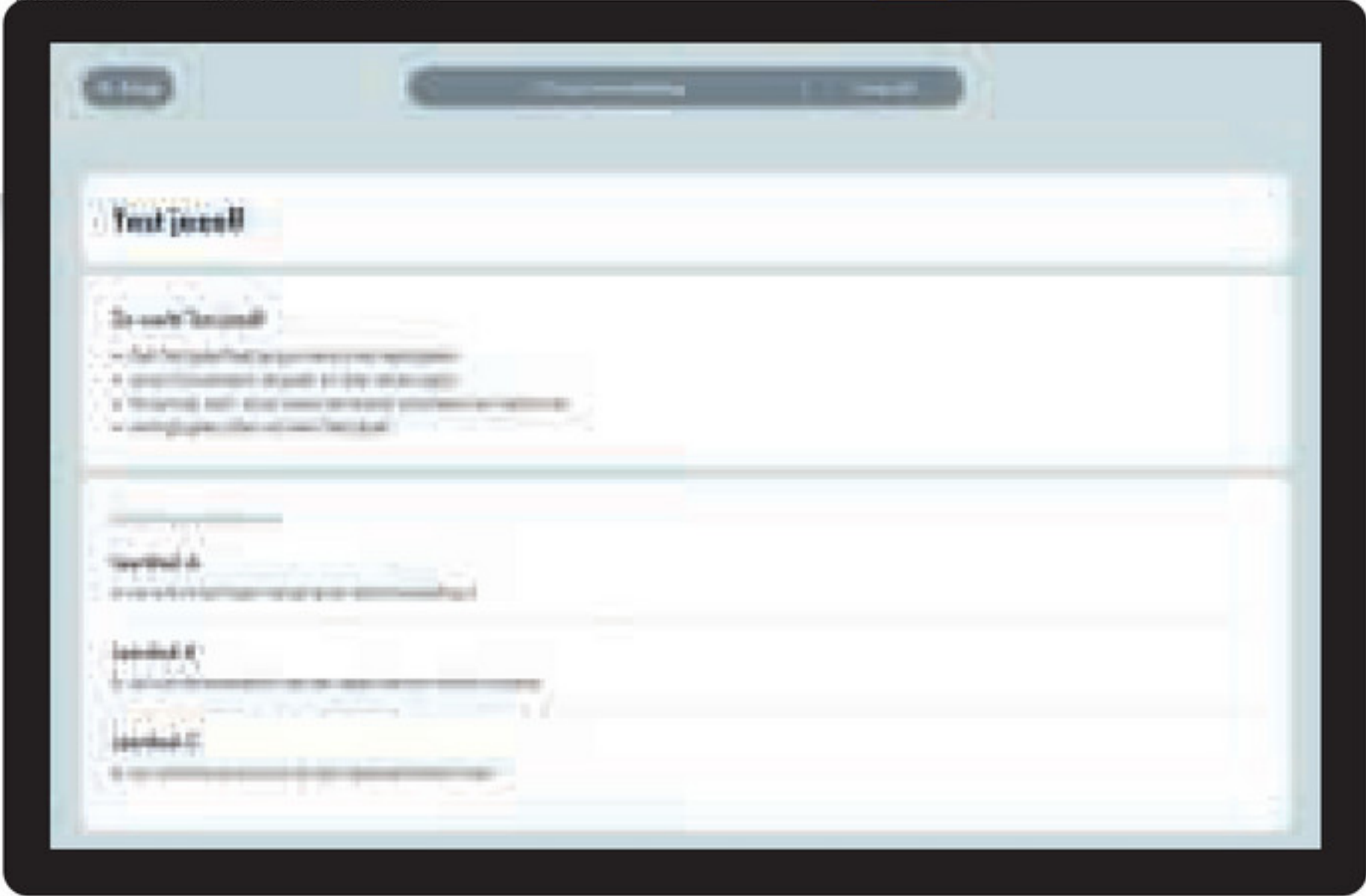
b Is het levend, dood of levenloos?

1 albatros *levend / dood / levenloos*

2 *levend / dood / levenloos*

3 *levend / dood / levenloos*

4 *levend / dood / levenloos*



Goede voorbereiding op de toets!

Een thema eindigt met een afsluiting (samenvatting). In de online leeromgeving vind je hier ook **flitskaarten** voor het leren van alle begrippen en er is een **diagnostische toets**. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan de **test jezelf** of **oefentoets**.

ONDERZOEK

THEMA 1 PLANTEN EN DIEREN

Leren onderzoeken

TEKENINGEN MAKEN

► Basisstof 1 | ► Leerdoelen 1.0.16, 1.0.17 en 1.0.18 | ► Practicum 1

NATUURGETROUW EN SCHEMATISCH

Bij biologie bekijk je organismen zo nauwkeurig mogelijk. De beste manier om dit te doen, is door de organismen na te tekenen. Als je een organisme natekent, kijk je vanzelf heel nauwkeurig naar dat organisme. Bij biologie maak je twee soorten tekeningen: natuurgetrouwe en schematische. In een natuurgetrouwe tekening geef je zo nauwkeurig mogelijk alle details weer (zie afbeelding 1.2). In een schematische tekening laat je de details weg en teken je alleen de belangrijkste kenmerken (zie afbeelding 1.3).

Afb. 1 Een vlinder.



1 foto 2 natuurgetrouwe tekening 3 schematische tekening

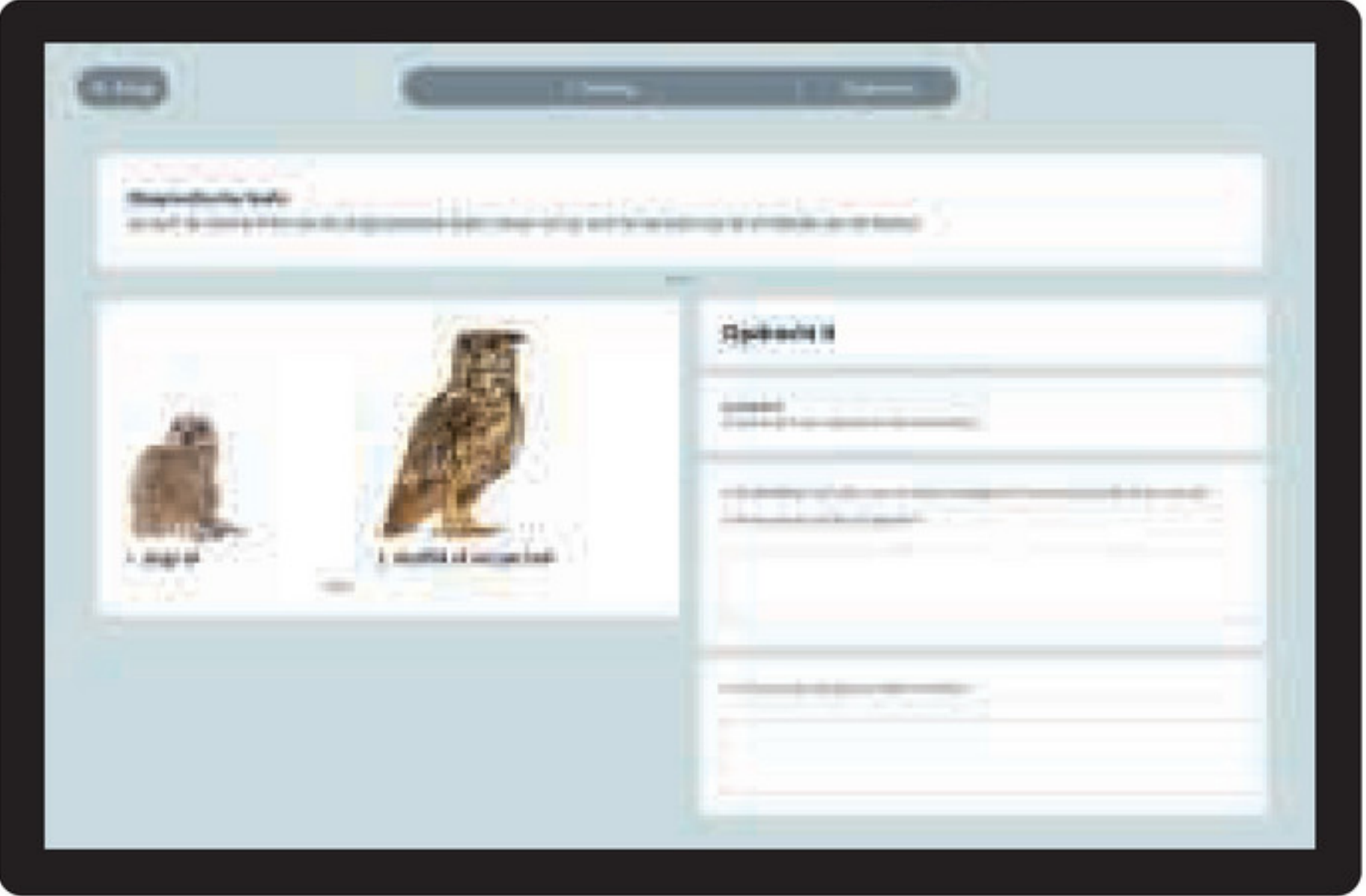
AANZICHT EN DOORSNEDE

Je kunt een tekening maken van het **buitenaanzicht** van een organisme (zie afbeelding 2.1). Je kunt een organisme ook eerst doorsnijden en dan tekenen. Zo'n doorsnede kun je op verschillende manieren maken (zie afbeelding 2.2 en 2.3). Bij een **lengtedoorsnede** snijd je het organisme of het voorwerp in de lengte door. Bij een **dwarsdoorsnede** snijd je het organisme of het voorwerp dwars door. In een doorsnede teken je alleen het snijvlak, dus niet de 'diepte' die je ziet.

Afb. 2 Een potlood (schematisch).



1 buitenaanzicht 2 lengtedoorsnede 3 dwarsdoorsnede



Voordelen van het boek

- Je hebt snel overzicht in wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je leerstof goed onthoudt.

Betekenis symbolen

-  Deze opdracht maak je het best in je boek.
-  Ga naar de online leeromgeving voor handige extra's.
-  Met dit practicum ben je zó lang bezig.
-  Deze opdracht biedt extra uitdaging.

Inhoud

DEEL 1A

INTRODUCTIE

Wat is biologie?

Thema 1 Planten en dieren

BASISSTOF

- 1 Organismen
- 2 Groei en ontwikkeling
- 3 Metamorfose
- 4 De mens
- 5 Fotosynthese
- 6 Allemaal anders
Samenhang:
Steppenroller op drift

EXTRA STOF

- 7 Voedingsgewassen
- 8 Nestblijvers en
nestvlinders

ONDERZOEK

Leren onderzoeken
Practica

AFSLUITING

Samenvatting
Diagnostische toets



Thema 2 Organen en cellen

BASISSTOF

- 1 Organen van dieren
- 2 Organen van planten
- 3 Weefsels
- 4 Cellen
- 5 De celkern
- 6 Celdeling
Samenhang:
*De slijmerige salamander
van Mexico-Stad*

EXTRA STOF

- 7 Eencellige organismen
- 8 DNA-onderzoek

ONDERZOEK

Leren onderzoeken
Practica

AFSLUITING

Samenvatting
Diagnostische toets



Thema 3 Ordening

BASISSTOF

- 1 Steeds kleinere groepen
- 2 Overeenkomst en
verwantschap
- 3 Dieren
- 4 Planten
- 5 Schimmels
- 6 Bacteriën
Samenhang:
*Speuren naar sporen
van soorten*

EXTRA STOF

- 7 Gewervelden
- 8 Geleedpotigen

ONDERZOEK

Leren onderzoeken
Practica

AFSLUITING

Samenvatting
Diagnostische toets



Inhoud

DEEL 1B

Thema 4 Stevigheid en beweging

BASISSTOF

1	Het skelet	8
2	De bouw van botten	17
3	Beenverbindingen	26
4	Spieren	34
5	De wervelkolom	43
6	Gezond bewegen	50
	Samenhang: <i>Snurkende bulldogs</i>	55

EXTRA STOF

7	Vorm en functie van botten	58
8	Blessures	62

ONDERZOEK

Leren onderzoeken	68
Practica	75

AFSLUITING

Samenvatting	86
Diagnostische toets	

Thema 5 Waarneming, gedrag en regeling

BASISSTOF

1	Je omgeving waarnemen	94
2	Voelen, ruiken en proeven	102
3	Horen en zien	109
4	Het zenuwstelsel	120
5	Gedrag	130
6	Regeling	138
	Samenhang: <i>Van bultrug tot snotbot</i>	145

EXTRA STOF

7	De hersenen	149
8	Gehoorschade	154

ONDERZOEK

Leren onderzoeken	160
Practica	164

AFSLUITING

Samenvatting	171
Diagnostische toets	

Thema 6 Voortplanting bij planten en dieren

BASISSTOF

1	Bloemen	180
2	Bestuiving	186
3	Bevruchting	193
4	Vruchten en zaden	198
5	Ongeslachtelijke voortplanting	205
6	Geslachtelijke voortplanting	213
	Samenhang: <i>Mot gaat tot het gaatje</i>	222

EXTRA STOF

7	Verspreiding van zaden	225
8	Mannelijke en vrouwelijke organen	230

ONDERZOEK

Leren onderzoeken	234
Practica	236

AFSLUITING

Samenvatting	247
Diagnostische toets	

Register	250
Colofon	253

4

Stevigheid en beweging

Het skelet in je lichaam is stevig en er zitten spieren aan vast. Spieren en gewrichten zorgen ervoor dat je kunt bewegen. Lichaamsbeweging is goed voor je gezondheid.

BASISSTOF

1	Het skelet	8
2	De bouw van botten	17
3	Beenverbindingen	26
4	Spieren	34
5	De wervelkolom	43
6	Gezond bewegen	50
	Samenhang	55
	<i>Snurkende bulldogs</i>	

EXTRA STOF

7	Vorm en functie van botten	58
8	Blessures	62

ONDERZOEK

	Leren onderzoeken	68
	Practica	75

AFSLUITING

	Samenvatting	86
	Diagnostische toets	





1 Het skelet

LEERDOELEN

4.1.1 Je kent de delen van het lichaam.

4.1.2 Je kunt in een afbeelding van het skelet de botten benoemen.

4.1.3 Je kunt de functies van het skelet noemen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	4.1.1	4.1.2	4.1.3
Onthouden	1abc	2, 3	4ab
Begrijpen	1d, 5, 10a	5, 10a	4cd, 5
Toepassen		6a, 7, 8bc	10b
Analyseren		6b, 8a, 10cde	6c, 8a, 9, 10cd

Zoogdieren hebben een inwendig skelet met een wervelkolom. Mensen zijn zoogdieren en hebben dus ook een inwendig skelet.

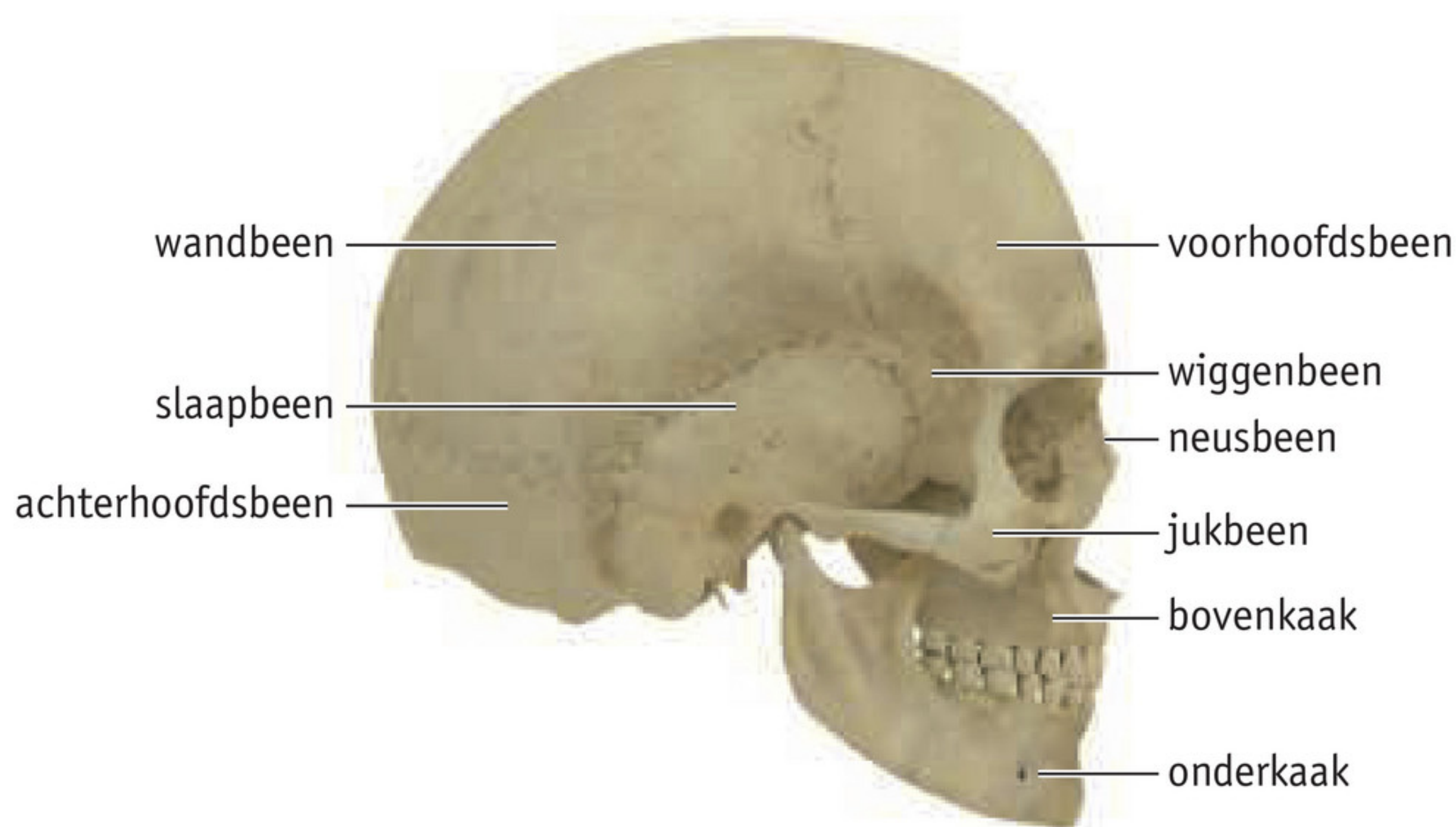
DE BOUW VAN HET SKELET

Het **skelet** (geraamte) van een mens bestaat uit ongeveer tweehonderd **botten** of **beenderen**. Een andere naam voor alle botten samen is beenderstelsel. In afbeelding 3 zie je een tekening van het skelet van de mens.

HOOFD, ROMP EN LEDEMATEN

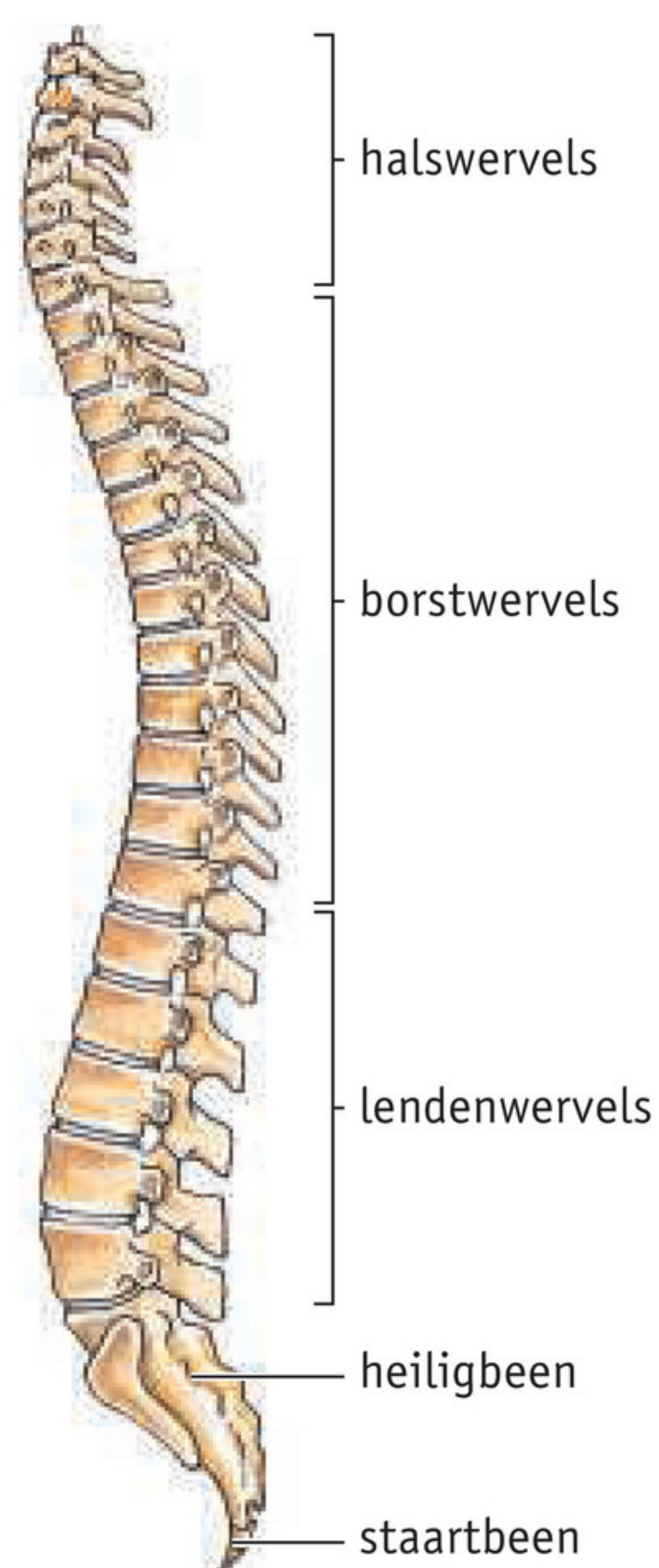
Je kunt het lichaam van een mens indelen in hoofd, romp en ledematen (armen en benen). De botten in het hoofd vormen samen de **schedel**. Bij de schedel horen ook de bovenkaak en de onderkaak (zie afbeelding 1).

Afb. 1 De schedel.

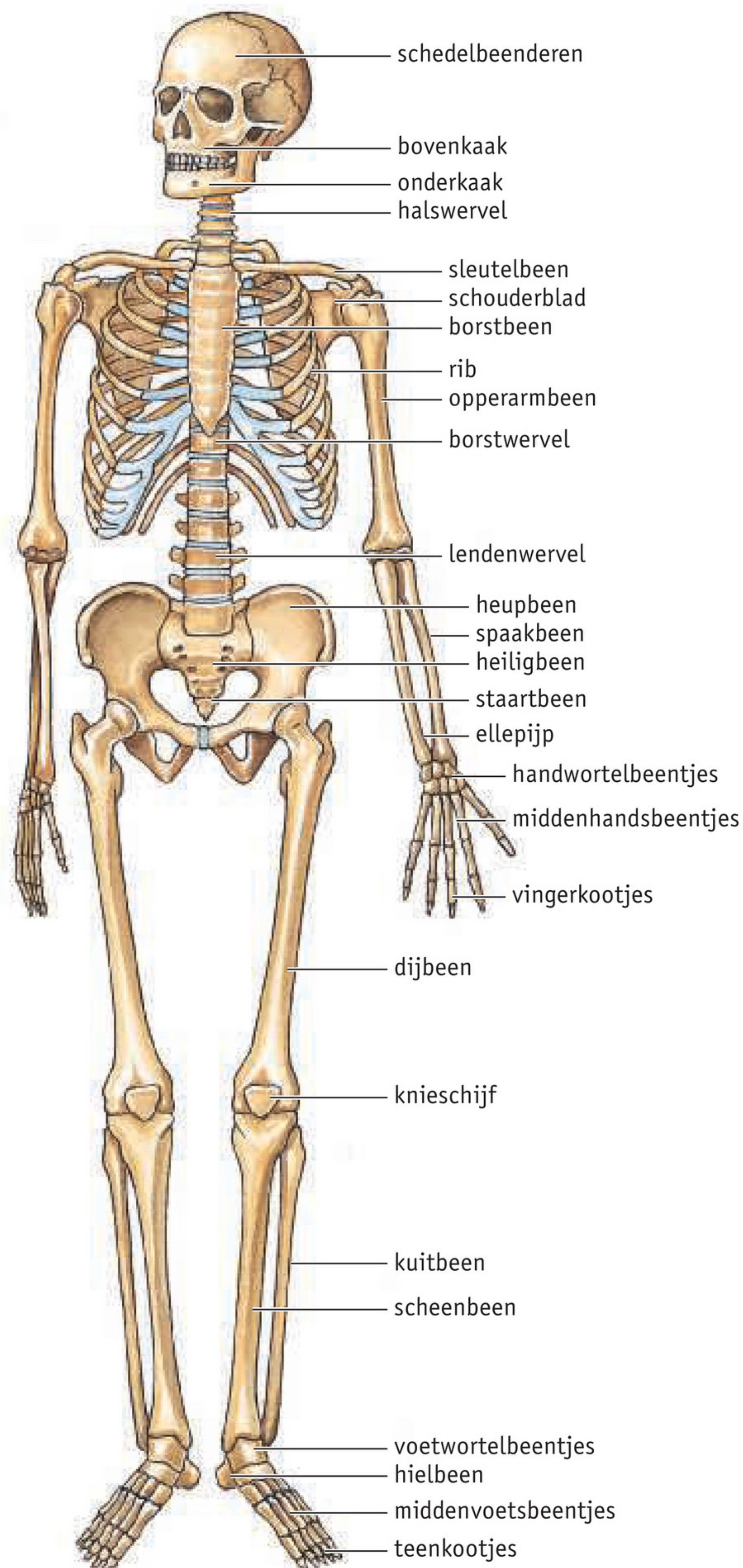


De schedel wordt gedragen door de **wervelkolom** (ruggengraat) die bestaat uit halswervels, borstwervels en lendenwervels (zie afbeelding 2). De borstwervels, de ribben en het borstbeen vormen samen de **borstkas**. De schouderbladen en de sleutelbeenderen vormen samen de **schoudergordel**. De heupbeenderen en het heiligbeen vormen samen de bekkengordel of het **bekken**. Onder aan het heiligbeen zit het staartbeen (stuitje).

Afb. 2 De wervelkolom.



Afb. 3 Het skelet van de mens.



De botten in de ledematen lijken op elkaar. Een arm bestaat uit het opperarmbeen, de ellepijp, het spaakbeen en de botten van de hand. Een been bestaat uit het dijbeen, het scheenbeen, het kuitbeen en de botten van de voet. De ellepijp en het spaakbeen zijn moeilijk uit elkaar te houden. Er is een ezelsbruggetje: bij de **p**ols zit de ellepijp aan de kant van de **p**ink.

DE FUNCTIES VAN HET SKELET

Doordat je botten stevig zijn, kun je rechtop staan. Het skelet geeft dus stevigheid aan je lichaam. Het skelet maakt ook beweging mogelijk. Veel botten zijn beweeglijk met elkaar verbonden. Aan de botten zitten spieren vast, waarmee je ze kunt bewegen. Het skelet beschermt je organen. De borstkas beschermt de longen en het hart, de schedelbeenderen beschermen de hersenen. De vierde functie van het skelet is vorm geven aan je lichaam. De schedel geeft bijvoorbeeld een ronde vorm aan je hoofd. De vorm van het skelet en de botten heeft te maken met de functie. De schedelbeenderen vormen samen een holte, waardoor ze de hersenen kunnen beschermen. Aan veel botten zitten uitsteeksels, waardoor er spieren aan vast kunnen zitten.

KENNIS

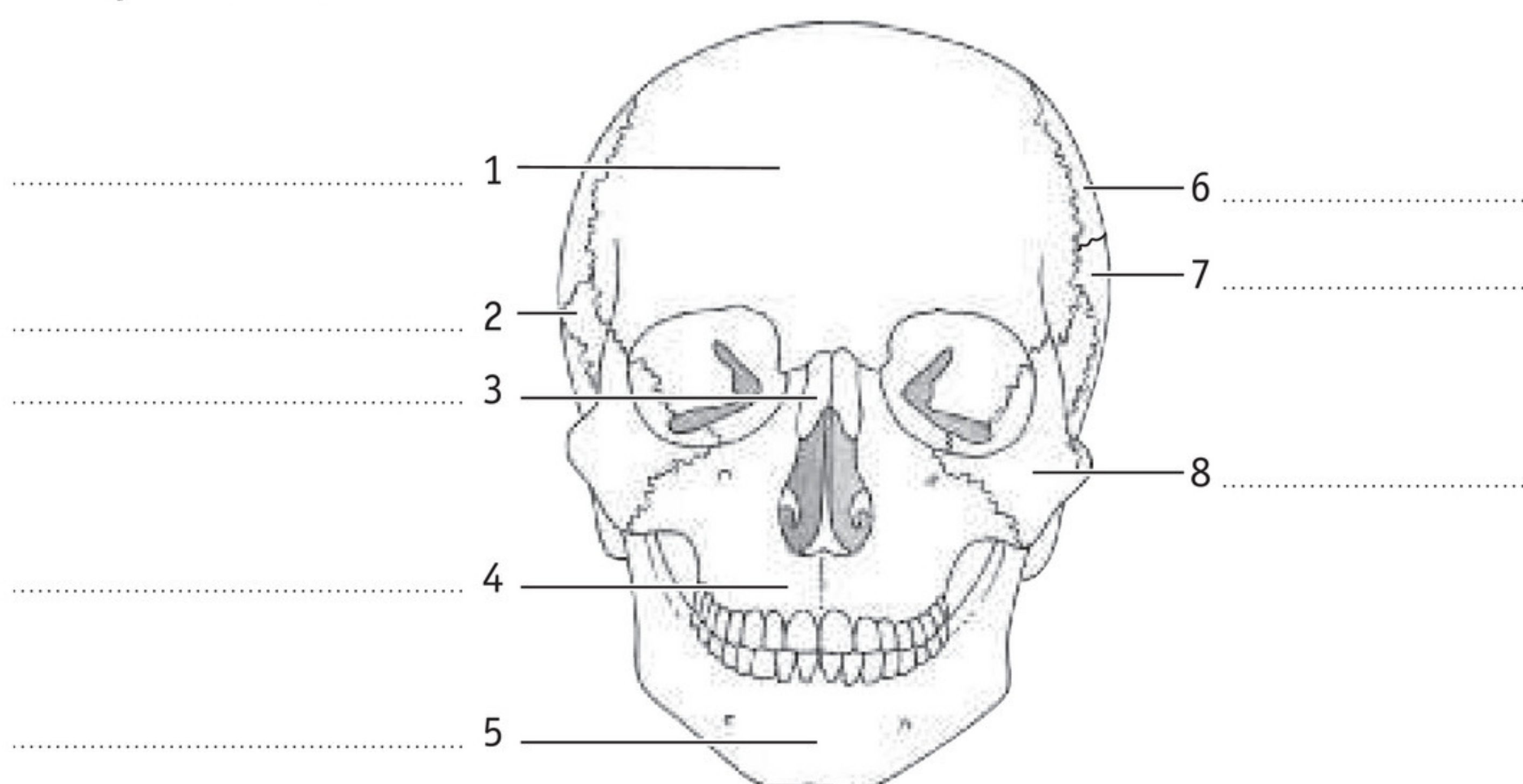
1

- a**
- 1 Een ander woord voor botten is
 - 2 Een ander woord voor skelet is
 - 3 Je armen en benen zijn
- b** Welke botten vormen samen de schoudergordel?
- c** Welke botten vormen samen de bekkengordel?
- d** Aan welke ruggenwervels zitten de ribben vast?
- ☐ A borstwervels
 - ☐ B halswervels
 - ☐ C lendenwervels

2

In afbeelding 4 zie je de beenderen van het hoofd vanaf de voorzijde. Zet de namen bij de genummerde beenderen (botten).

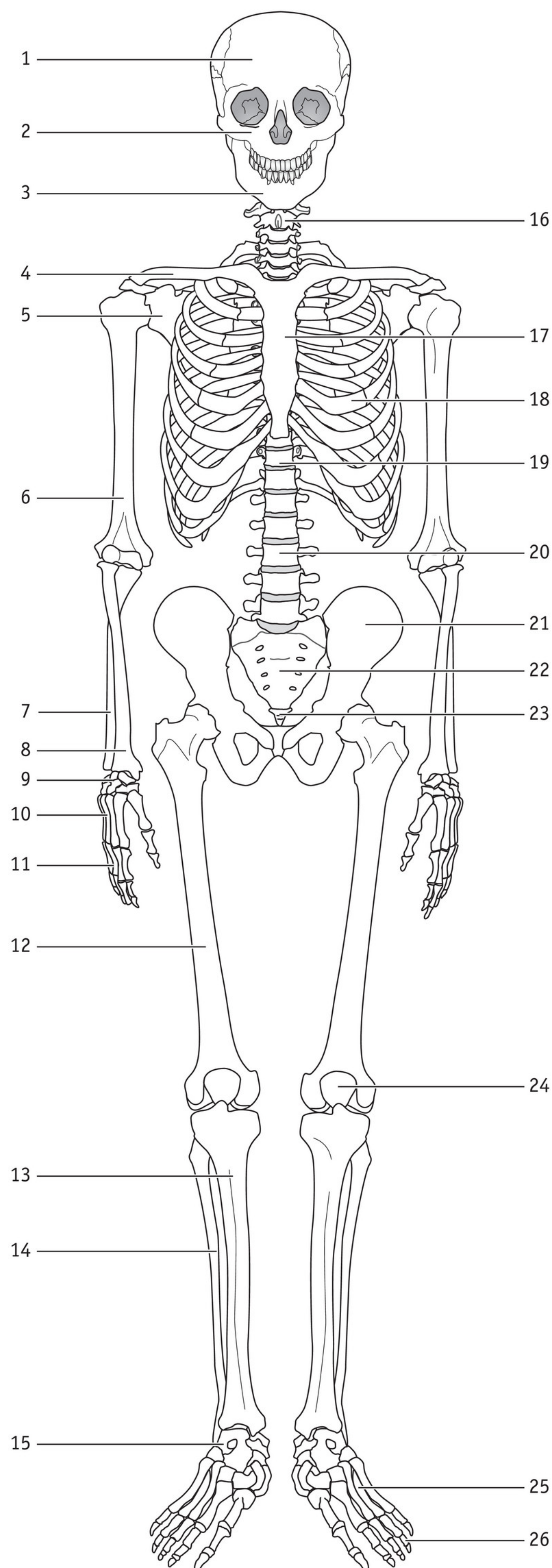
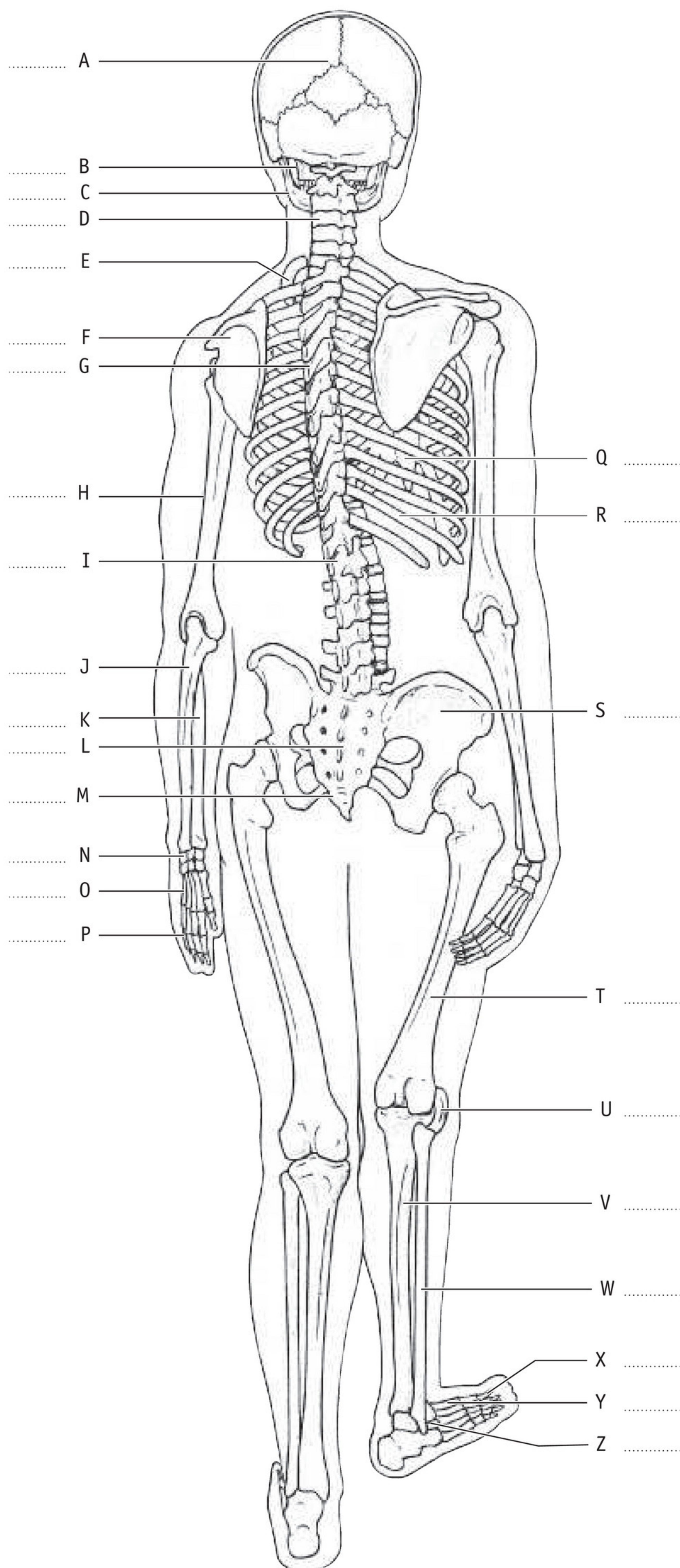
Afb. 4 De schedel van de mens.



3

In afbeelding 5 zie je een skelet van de achterzijde en de voorzijde. De botten hebben aan de achterzijde een letter en aan de voorzijde een cijfer. Zet bij elke letter het cijfer van het overeenkomende bot.

Afb. 5 Het skelet van de mens (achterzijde en voorzijde).



4

Het skelet houdt je lichaam rechtop.

- a Welke andere drie functies heeft het skelet?
- b Aan veel botten zitten uitsteeksels.
Wat is een functie van deze uitsteeksels?
- c Van een gevonden schedel kan een gezichtsreconstructie worden gemaakt (zie afbeelding 6).
Welke functie van het skelet maakt een gezichtsreconstructie mogelijk?
- d Aan je skelet zitten spieren.
Met welke functie van het skelet hebben spieren te maken?

Afb. 6 Gezichtsreconstructie.



5



Samenvatting

Maak een samenvatting van deze basisstof. Beantwoord de vragen en zet in afbeelding 7 de namen bij de genummerde botten.

- Uit welke drie delen bestaat het lichaam?
- Wat zijn ledematen?
- Welke functies heeft het skelet?

.....

.....

.....

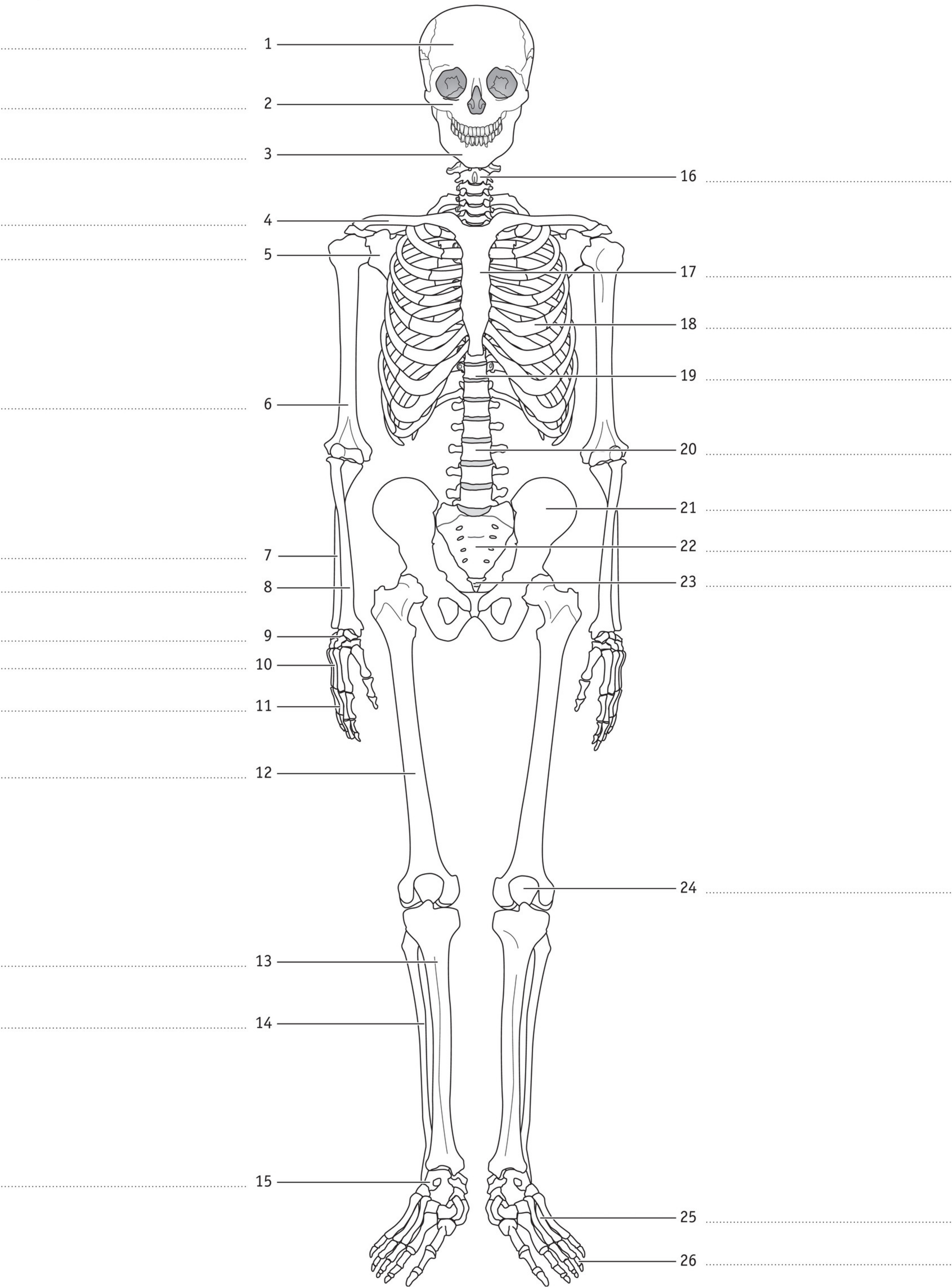
.....

.....

.....

.....

Afb. 7



INZICHT

6

In afbeelding 8 zie je een skelet van een adder. Het skelet is vergelijkbaar met dat van een mens, maar een slang heeft een aantal botten niet die de mens wel heeft.

a Welke botten heeft een slang niet?

- ☐ A achterhoofdsbeen
- ☐ B onderkaak
- ☐ C rib
- ☐ D schedel
- ☐ E scheenbeen
- ☐ F sleutelbeen
- ☐ G staartbeen
- ☐ H wervel

b De adder kan grote prooien in één keer doorslikken doordat nog een bot ontbreekt. Welk bot is dat? Leg je antwoord uit.

c Het skelet van de mens en het skelet van een slang hebben dezelfde functies.

Welke functie kan het skelet van een mens beter uitvoeren?

- ☐ A bescherming bieden
- ☐ B beweging mogelijk maken
- ☐ C stevigheid geven
- ☐ D vorm geven aan het lichaam

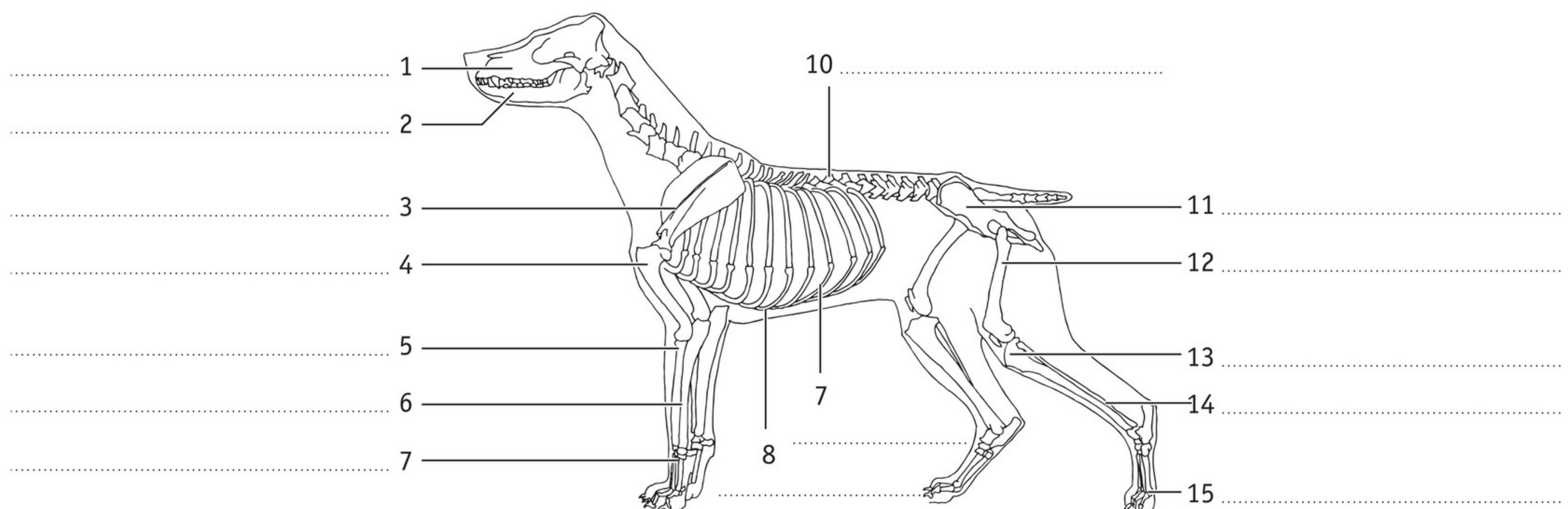
Afb. 8 Een skelet van een adder.



7

In afbeelding 10 zie je het skelet van een hond. Zet de namen bij de genummerde delen.

Afb. 10



8

In afbeelding 9 zie je een tekening van het skelet van een kangoeroe.

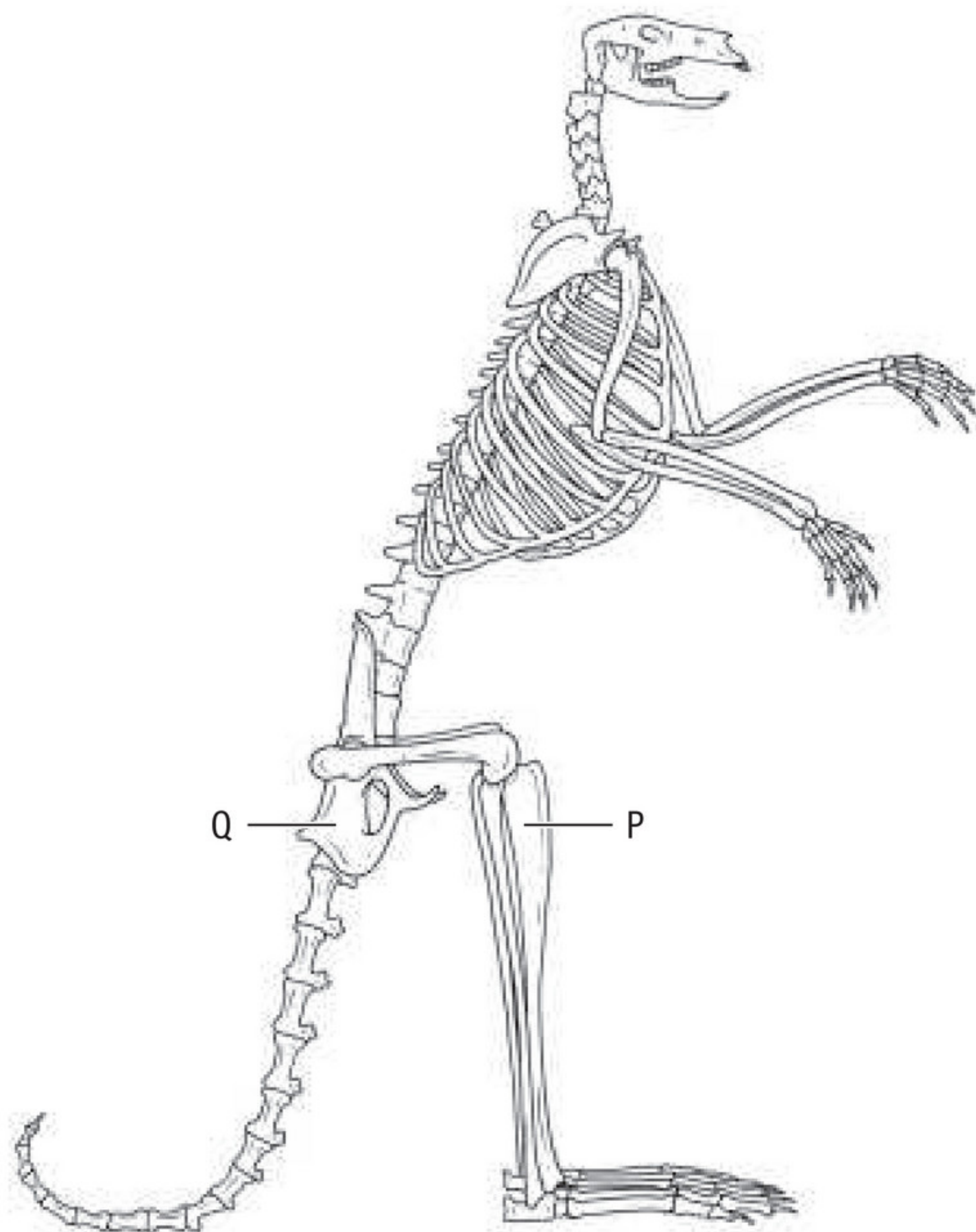
- a Wat is het voordeel van de grote achterpoten en de lange staart?
- b De namen van de botten van het skelet van de meeste zoogdieren komen overeen met de namen bij het skelet van de mens.

Hoe heet bot P?

Hoe heet bot Q?

- c Welk bot in het been komt wel voor bij een mens, maar niet bij een kangoeroe?

Afb. 9 Skelet van een kangoeroe.



+ 9

Stuwdammen hebben altijd een gebogen vorm (zie afbeelding 11).

- a Welke drie delen van jouw lichaam hebben een vergelijkbare gebogen vorm?
- b Waarom hebben juist deze delen een gebogen vorm?

Afb. 11 Een stuwdam.



SAMENHANG leefwereld

DESIGNERCATS

Er zijn mensen die ervan houden, maar ze mogen niet meer worden gefokt: designercats. Een voorbeeld is de bambino sphynx, een kruising tussen de munchkin en de sphynx. Munchkins zijn katten met dwerggroei, waardoor de botten van de ledematen korter zijn dan normaal. De sphynx is een kattenras zonder vacht.

Sinds 2014 is een wet van kracht die het fokken met gezelschapsdieren verbiedt 'als het welzijn en de gezondheid van de dieren wordt benadeeld'. Dat is zeker het geval bij de bambino sphynx. Deze katten hebben last van allerlei kwalen, waaronder nek- en rugpijn. De korte poten beperken de kat in zijn bewegingen: hij kan niet goed lopen en springen en heeft een onhandige waggelende gang. Jacht- en speelgedrag worden hierdoor belemmerd. De onnatuurlijke manier van lopen heeft extreem veel spiermassa tussen de schouderbladen tot gevolg. De ruggengraat wordt daardoor naar binnen gedrukt, wat bij een deel van de dieren leidt tot scheefstand van de ruggengraat.

Bron: <https://www.raskattenwijzer.nl/designers/bambino-sphynx>.

Afb. 12 Bambino sphynx.



10

Lees de tekst 'Designercats'.

- a** Welke botten zijn in verhouding korter bij een bambino sphynx?
- b** Welke functie(s) van het skelet is of zijn bij de bambino sphynx anders dan bij andere katten? Leg je antwoord uit.
- c** Bij mensen zijn de dijbenen steviger dan de opperarmbenen. Denk je dat dat bij katten ook zo is? Leg je antwoord uit.
- d** De schouderbladen van een kat zitten niet vast aan de rest van het skelet. Het schouderblad 'zweeft' in het lichaam.
Welk voordeel heeft dit voor de beweging van katten?
- e** Katten hebben wel een sleutelbeen, maar dat is een heel klein botje dat geen functie meer heeft. Het is een rudimentair bot. Een rudiment is een overblijfsel, een deel zonder functie.
Welke botten zijn bij mensen rudimentair?

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

2 De bouw van botten

LEERDOELEN

4.2.4 Je kunt de bouw van botweefsel en kraakbeenweefsel beschrijven.

► Practica 1 en 2

4.2.5 Je kunt beschrijven hoe de samenstelling van botten verandert tijdens het leven.

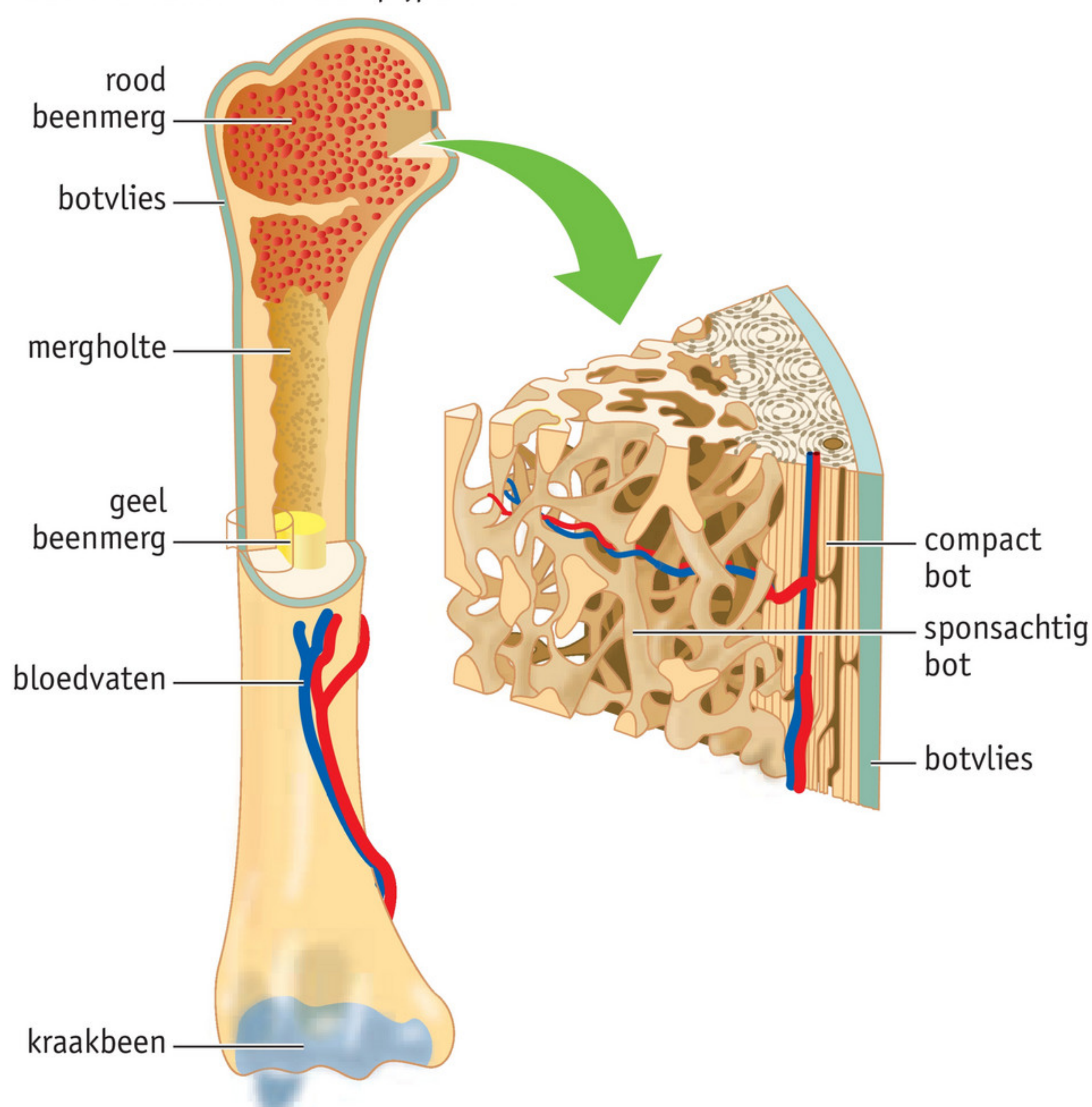
TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	4.2.4	4.2.5
Onthouden	1, 2be, 3	4bc
Begrijpen	2acd, 5	4ad, 5
Toepassen	6abcd, 9a, 10ab	7a, 8, 9a, 10e
Analyseren	6e, 9b, 10c	7bcd, 9bc, 10d

In je oren en je neus zit buigzaam kraakbeen, maar de meeste botten in je lichaam zijn hard en stevig. Die buigen niet, maar ze kunnen wel breken.

PIJPBEENDEREN EN PLATTE BEENDEREN

In **pijpbeenderen**, zoals het dijbeen, bevindt zich een mergholte (zie afbeelding 1). In de mergholte slaat het lichaam vet op. Omdat vet wat gelig is, noem je dit **geel beenmerg**. In de koppen van een pijpbeen zit geen mergholte. Hier is het bot sponsachtig. Tussen het botweefsel bevinden zich kleine holten. In deze holten zit **rood beenmerg**. In rood beenmerg worden nieuwe bloedcellen gevormd. Daardoor is dit weefsel rood van kleur. Ook in **platte beenderen**, zoals het heupbeen en het schouderblad, zit rood beenmerg.

Afb. 1 De bouw van een pijpbeen.



BOT EN KRAAKBEEN

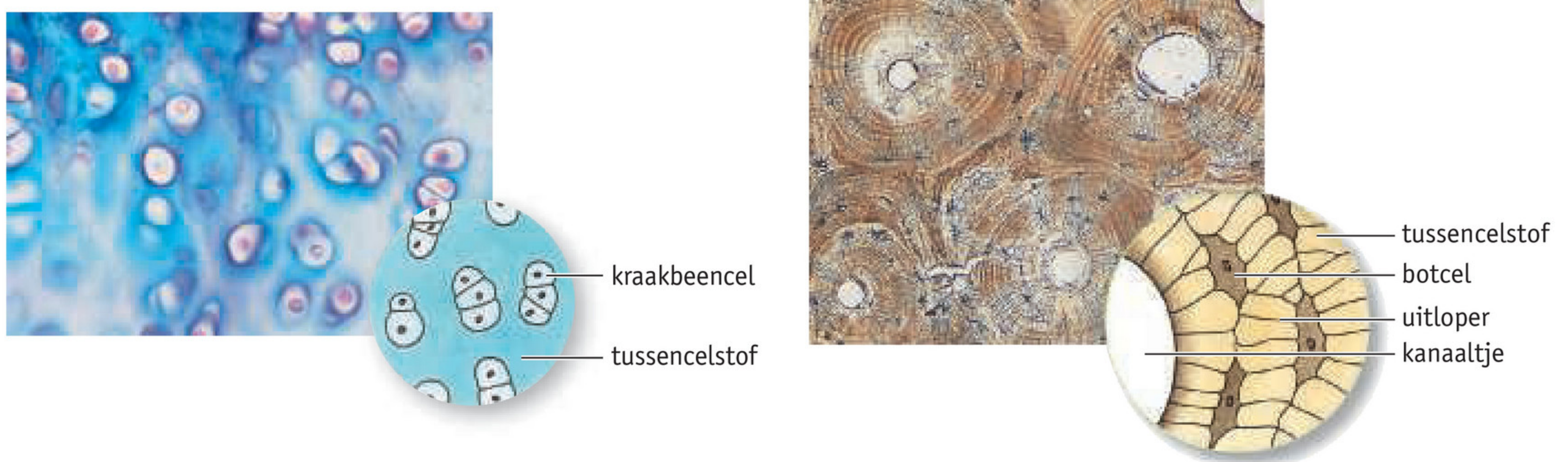
Botten bestaan vooral uit kalkzouten en collageen (lijmstof). De **kalkzouten** geven stevigheid (hardheid) aan het botweefsel. **Collageen** zorgt ervoor dat botweefsel een beetje buigzaam blijft. Door kalkzouten en collageen zijn botten stevig en kunnen ze niet gemakkelijk buigen of breken.

In het skelet komen twee typen weefsel voor: kraakbeenweefsel en botweefsel. Tussen de cellen van beide weefsels zit tussencelstof.

In **kraakbeenweefsel** liggen de cellen in groepjes bij elkaar in elastische tussencelstof (zie afbeelding 2.1). Daardoor is kraakbeen buigzaam. Het zit bijvoorbeeld in je neus, in je oorschelpen, en tussen je ribben en het borstbeen. Ook tussen de wervels van de wervelkolom zit kraakbeen.

In **botweefsel** liggen de cellen in kringen rondom kleine kanaaltjes (zie afbeelding 2.2). Door die kanaaltjes lopen bloedvaten. De botcellen zijn aan elkaar verbonden met uitlopers. De tussencelstof van bot bestaat vooral uit kalkzouten en collageen. Daardoor is botweefsel hard en niet buigzaam.

Afb. 2 Typen weefsel.



1 kraakbeenweefsel

2 botweefsel

VERANDERINGEN IN BOTWEEFSEL

Bij baby's bestaat het skelet vooral uit kraakbeenweefsel. Daardoor kan een baby gemakkelijk een teen in zijn mond steken (zie afbeelding 3). Tijdens de groei verandert het meeste kraakbeen in bot.

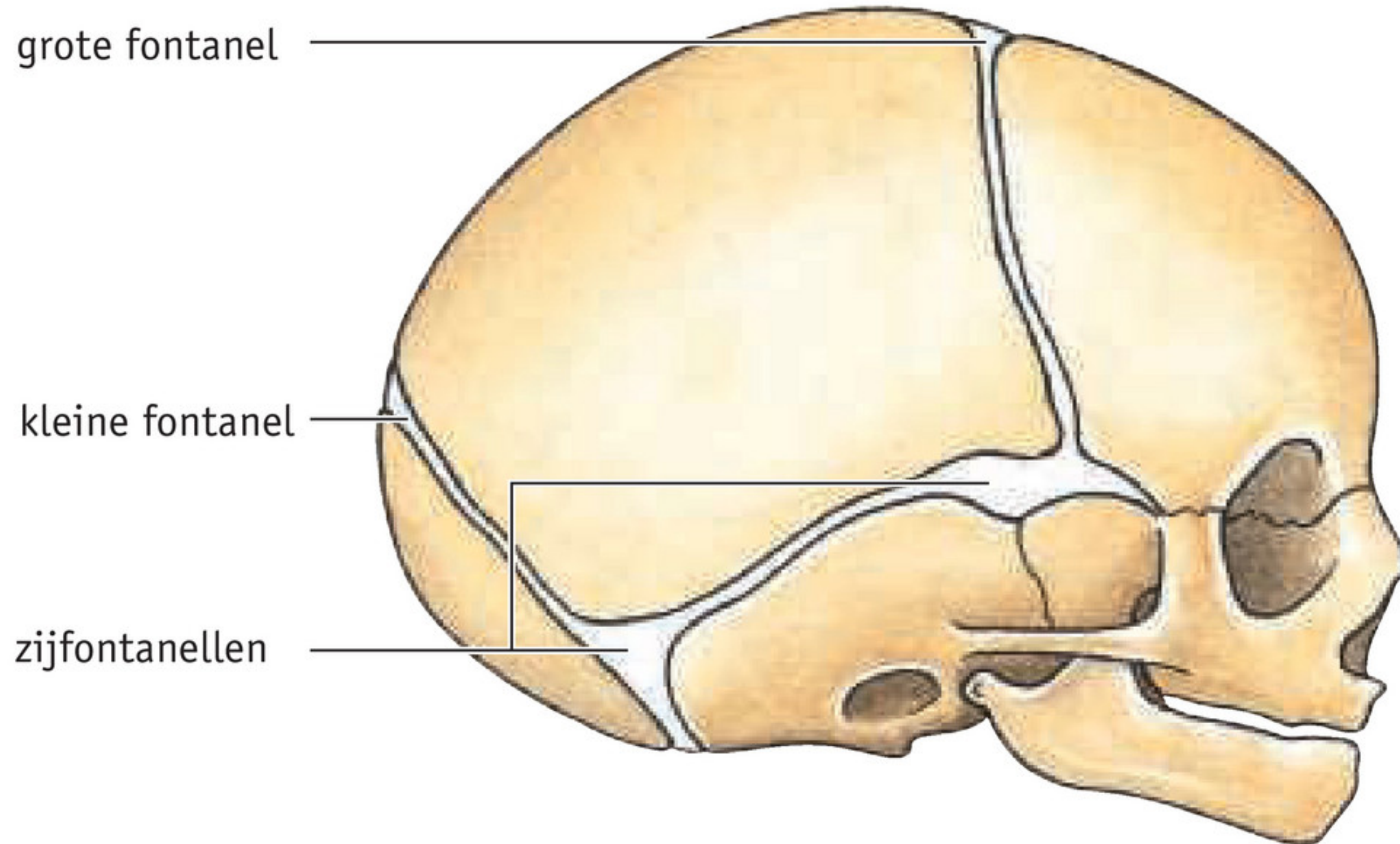
De botten van kinderen bevatten nog veel collageen. Bij het ouder worden neemt de hoeveelheid collageen in de botten af en de hoeveelheid kalkzouten neemt toe. De botten worden daardoor steeds minder buigzaam. Bij oudere mensen bevat de tussencelstof nog maar weinig collageen. Hun botten breken daardoor gemakkelijker.

Afb. 3 Buigzaam kraakbeen.



De schedelbeenderen van een baby zitten nog niet aan elkaar vast. Tussen de botten van de schedel van een baby zitten ruimten, die gevuld zijn met bindweefsel (zie afbeelding 4). Deze ruimten heten **fontanellen**. Na ongeveer anderhalf jaar zijn de fontanellen dichtgegroeid en is tussen de botten alleen nog een naad te zien.

Afb. 4 Schedel met fontanellen.



KENNIS

1

- a** In de mergholte slaat het lichaam op.
- b** Waar bevinden zich mergholten?
in de koppen van pijpbeenderen / in pijpbeenderen / in platte beenderen
- c** Waar vind je geel beenmerg?
in de koppen van pijpbeenderen / in pijpbeenderen / in platte beenderen
- d** Waar vind je rood beenmerg?
in de koppen van pijpbeenderen / in pijpbeenderen / in platte beenderen
- e** Waar worden nieuwe bloedcellen gevormd?

2

- Botweefsel bestaat uit botcellen en tussencelstof.
- a** Tussencelstof zit *niet / wel* in de botcellen.
 - b** Waaruit bestaat de tussencelstof van bot?
 - c** Wat is de functie van collageen?
 - d** Botten bevatten zowel kalkzouten als collageen.
Waarom is het belangrijk dat een bot beide stoffen bevat?
 - e** In de kanaaltjes van botweefsel bevinden zich

3

- a** Op welke vier plaatsen in je lichaam komt kraakbeen voor?
- b** Hoe zijn de cellen geordend in bot en kraakbeen?

A botweefsel	☐	☐ 1 in groepjes in tussencelstof
B kraakbeenweefsel	☐	☐ 2 in kringen rondom kanaaltjes

4

- a** Leg uit waardoor de botten van kinderen buigzamer zijn dan van oudere mensen.
- b** Bij het ouder worden neemt de hoeveelheid kalkzouten in de botten *af / toe*.
- c** Wat zijn fontanellen?
- d** Hebben kleuters ook fontanellen? Leg je antwoord uit.

5

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van deze basisstof.

Geel beenmerg:

.....

.....

Rood beenmerg:

.....

.....

Kraakbeenweefsel:

.....

.....

.....

Botweefsel:

.....

.....

.....

Functies van kalkzouten en collageen:

.....

.....

.....

Samenstelling van botten:

.....

.....

.....

Fontanellen:

.....

.....

.....

Kraakbeen bij volwassenen:

.....

.....

.....

.....

INZICHT

6

In afbeelding 5 zie je een natuurgetrouwe tekening van een bot.

- a Hoe heet dit bot?
- b Zit in dit bot een mergholte? Leg je antwoord uit.
- c Komt in dit bot sponsachtig bot voor? Leg je antwoord uit.
- d Bij een beenmergpunctie haalt de specialist beenmerg weg uit het heupbeen of het borstbeen om de aanmaak van bloedcellen te beoordelen.
De specialist haalt dan *geel / rood* beenmerg uit de *kop / mergholte* van het bot.
- e In afbeelding 6 zie je een bot dat wordt geprepareerd (voorbereid) voor een museum.
Een preparateur zorgt ervoor dat het bot niet gaat verrotten of beschimmelen.
Leg uit waarom de preparateur een gaatje boort in dit bot.

Afb. 5



Afb. 6



7

- a Baby's hebben in verhouding tot hun lichaam een groot hoofd.
Leg uit welk voordeel fontanellen hebben bij de geboorte van een baby.
- b De schedelomvang van een baby is ook groot in verhouding tot de inhoud: de hersenen. In het eerste levensjaar wordt dat verschil in verhouding snel kleiner.
Wat groeit bij baby's sneller: de hersenen of de schedel? Leg je antwoord uit.
- c Fontanellen zijn belangrijk bij de geboorte.
Wat is nog een belangrijke functie van fontanellen?
- d In afbeelding 7 zie je een orthopedische helm. Zo'n helm wordt gebruikt als de schedel van een baby asymmetrisch is. De helm zorgt ervoor dat de schedel bij het groeien een betere vorm krijgt.
Hoelang zal een kind de orthopedische helm maximaal moeten dragen? Leg je antwoord uit.

Afb. 7 Baby met orthopedische helm.



8

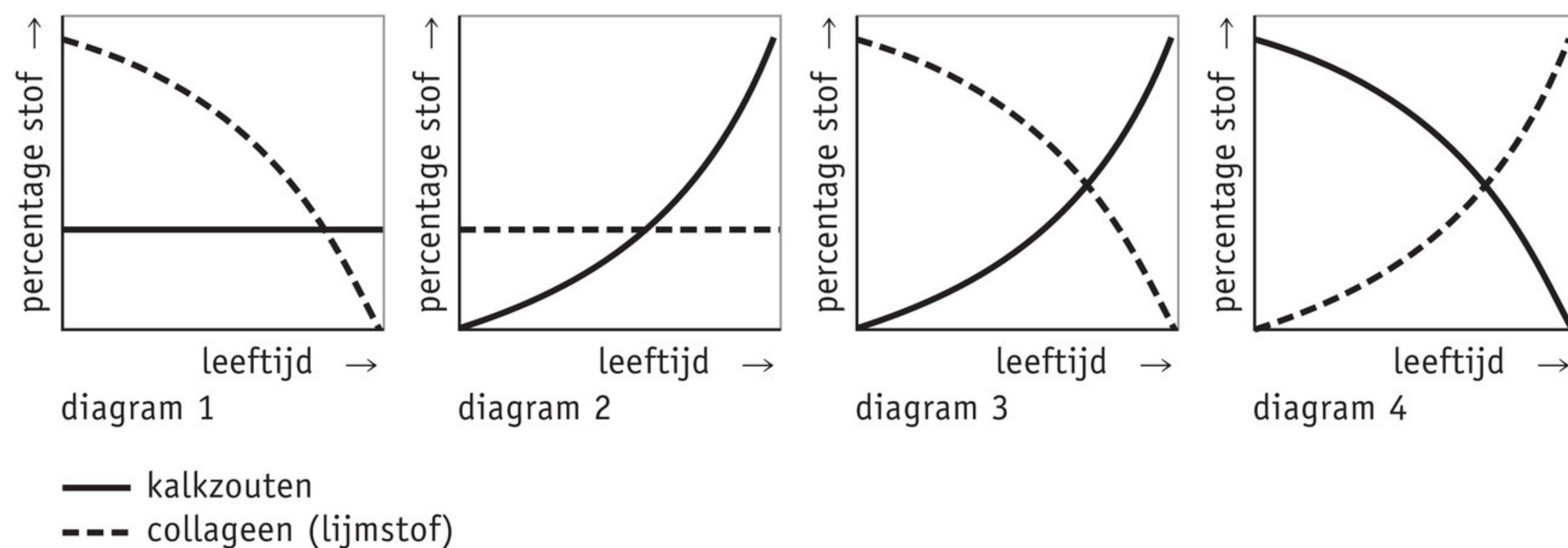
Het percentage kalkzouten en het percentage collageen in botweefsel veranderen tijdens het leven.

a In welk van de diagrammen van afbeelding 8 wordt dit het best weergegeven?

- ☐ A diagram 1
- ☐ B diagram 2
- ☐ C diagram 3
- ☐ D diagram 4

b Waardoor breken ouderen gemakkelijker een heup dan jongeren?

Afb. 8



+ 9

Bij kinderen zit aan de uiteinden van de meeste botten een schijfvormig stukje kraakbeen: de groeischijf. In deze groeischijven wordt nieuw kraakbeen gevormd. Bij volwassenen zijn de groeischijven dichtgegroeid.

a Leg uit wat de functie van groeischijven is.

b In afbeelding 9 zie je röntgenfoto's van een hand en een pols. Alleen botweefsel is zichtbaar op een röntgenfoto, kraakbeen niet.

Geef twee kenmerken waaraan je kunt zien welke hand van een kind is en welke van een volwassene. Je kunt het ook aangeven in de afbeelding.

c Op een röntgenfoto van de hand en de pols kan een arts zien in hoeverre de groeischijven al zijn dichtgegroeid. Op basis daarvan kan de arts de skeletleeftijd of botleeftijd bepalen.

Bedenk een methode waarmee een arts de skelet- of botleeftijd van een kind kan schatten.

Afb. 9 Röntgenfoto's van handen.



foto 1



foto 2

SAMENHANG leefwereld

BUITENSPELEN VOOR STERKE BOTTEN

Kinderen bewegen te weinig en komen te weinig buiten. Juist voor en tijdens de puberteit heeft bewegen veel invloed op hoe sterk het skelet uiteindelijk wordt. Botcellen kunnen kleine bewegingen waarnemen in de vloeistof waarmee ze worden omringd. Als die vloeistof stroomt, wordt er nieuw bot gevormd. Hoe meer en hoe krachtiger je beweegt, hoe sterker je botten worden. Als je niet beweegt, staat de vloeistof stil en wordt er juist bot afgebroken. Dit kan leiden tot osteoporose: het poreuzer worden van het bot.

Voor de opbouw van je bot is vitamine D nodig. Vitamine D wordt aangemaakt in je huid onder invloed van zonlicht. Regelmatig naar buiten gaan (dagelijks een kwartier tot een halfuur) is al voldoende om genoeg vitamine D aan te maken.

Maar met alleen buiten bewegen ben je er nog niet: je moet ook goed op je voeding letten. Vooral voldoende zuivel is belangrijk, omdat daar veel kalk (calcium) in zit – onmisbaar voor sterke botten.

Afb. 10 Buitenspelen helpt tegen osteoporose.



10

Lees de tekst 'Buitenspelen voor sterke botten'.

- a** Hardlopen en springen is beter voor de botvorming dan rustig wandelen of zwemmen. Leg dat uit.
- b** Steeds meer kinderen krijgen last van osteoporose. Geef daarvoor een verklaring.
- c** In melk zit de stof lactose. Sommige mensen kunnen die stof niet goed verteren. Zij zijn lactose-intolerant.
Leg uit dat mensen met lactose-intolerantie meer kans hebben op osteoporose.
- d** Astronauten leven soms lange tijd buiten de dampkring in een ruimteschip met weinig ruimte. Buiten de dampkring is er nauwelijks zwaartekracht.
Leg uit hoe een verblijf in de ruimte zorgt voor minder sterke botten. Geef twee oorzaken.
- e** Volgens deskundigen moeten kinderen (van 4 tot 17 jaar) dagelijks minstens een uur matig intensief bewegen, bijvoorbeeld wandelen, fietsen of huishoudelijke klusjes doen.
Noteer hoeveel en hoe intensief jij op een dag beweegt. Vergelijk dat met minimaal twee klasgenoten.
Wat is jouw conclusie: beweeg jij voldoende of kan het wel wat meer?

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

3 Beenverbindingen

LEERDOELEN

4.3.6 Je kunt de beenverbindingen beschrijven.

4.3.7 Je kunt de bouw van een gewricht beschrijven.

4.3.8 Je kunt de werking van een kogelgewricht, een scharniergewricht en een rolgewricht beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	4.3.6	4.3.7	4.3.8	2.6.12**	4.2.2*	4.2.4*
Onthouden	1abc	2ad				
Begrijpen	1de, 4	2bc, 4, 8a, 9ab, 10a	3, 4, 8a, 9ab, 10a	10b		
Toepassen		5b, 8bc, 10c	5c, 6a, 7bcd		5a, 7a	
Analyseren		8d, 9c	6b, 9c			10de

*Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

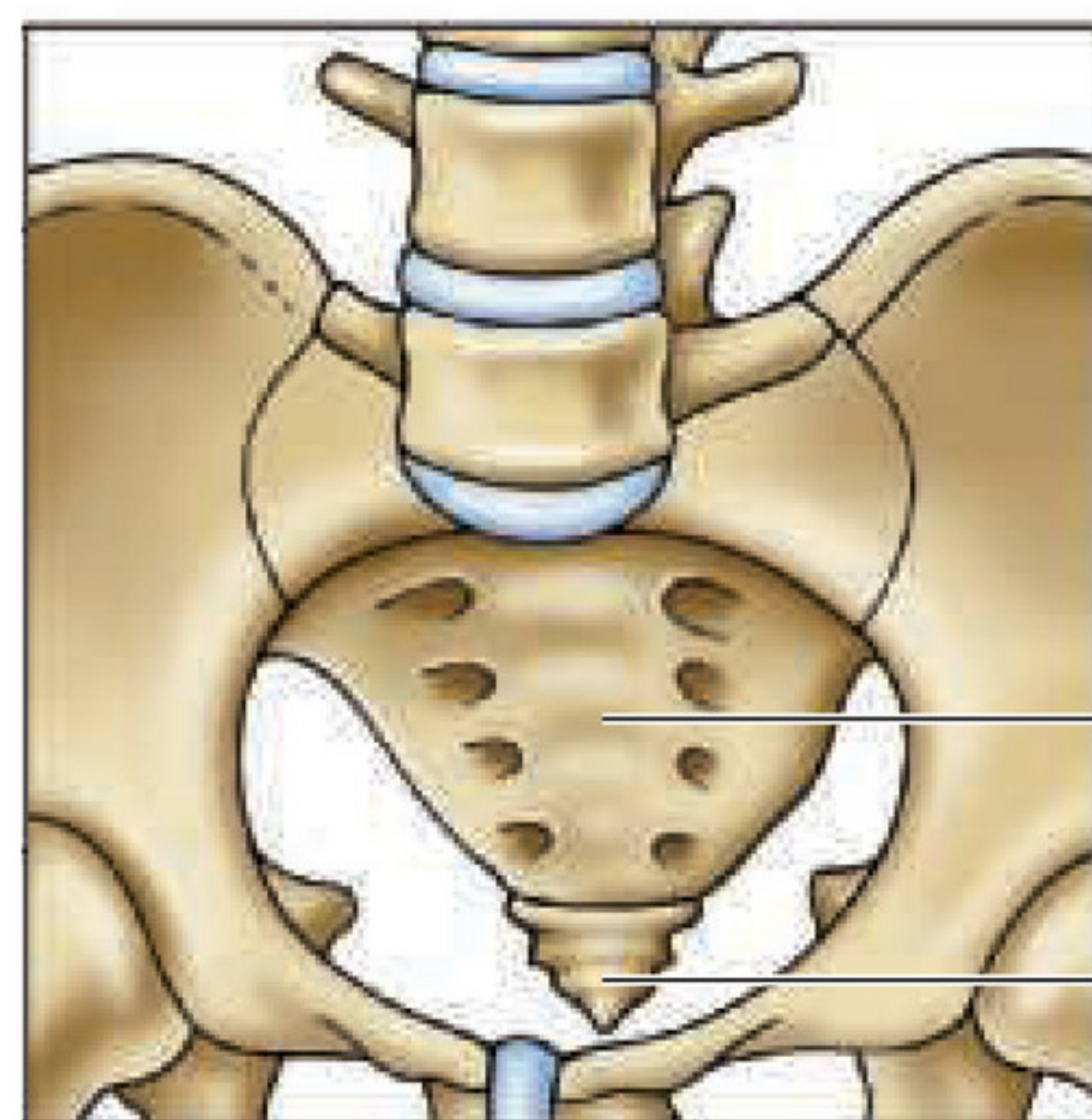
**Dit leerdoel vind je in een ander thema.

Botten kunnen op vier manieren met elkaar verbonden zijn: vergroeid, met een naad, met kraakbeen of met een gewricht. Sommige verbindingen zijn beweegbaar, andere niet.

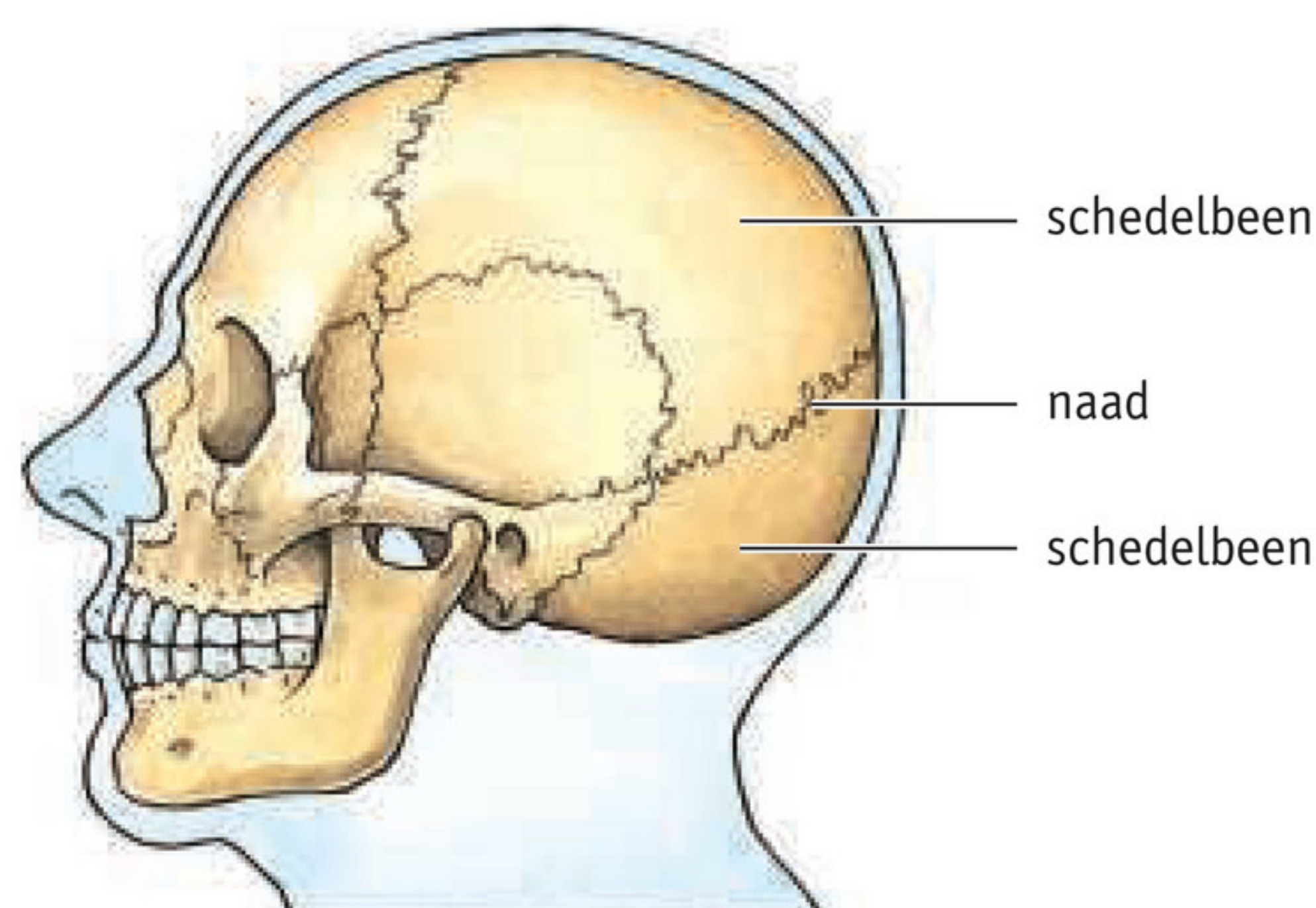
VERBINDINGEN ZONDER BEWEGING

Het heiligbeen bestaat uit wervels die met elkaar **vergroeid** zijn (zie afbeelding 1.1). Ook het staartbeen bestaat uit vergroeide wervels. De botten van de schedel zitten aan elkaar vast met een **naad** (zie afbeelding 1.2). Tussen vergroeide botten en botten die met naden aan elkaar zitten, is geen beweging mogelijk.

Afb. 1 Onbeweeglijke verbindingen.



1 vergroeide wervels

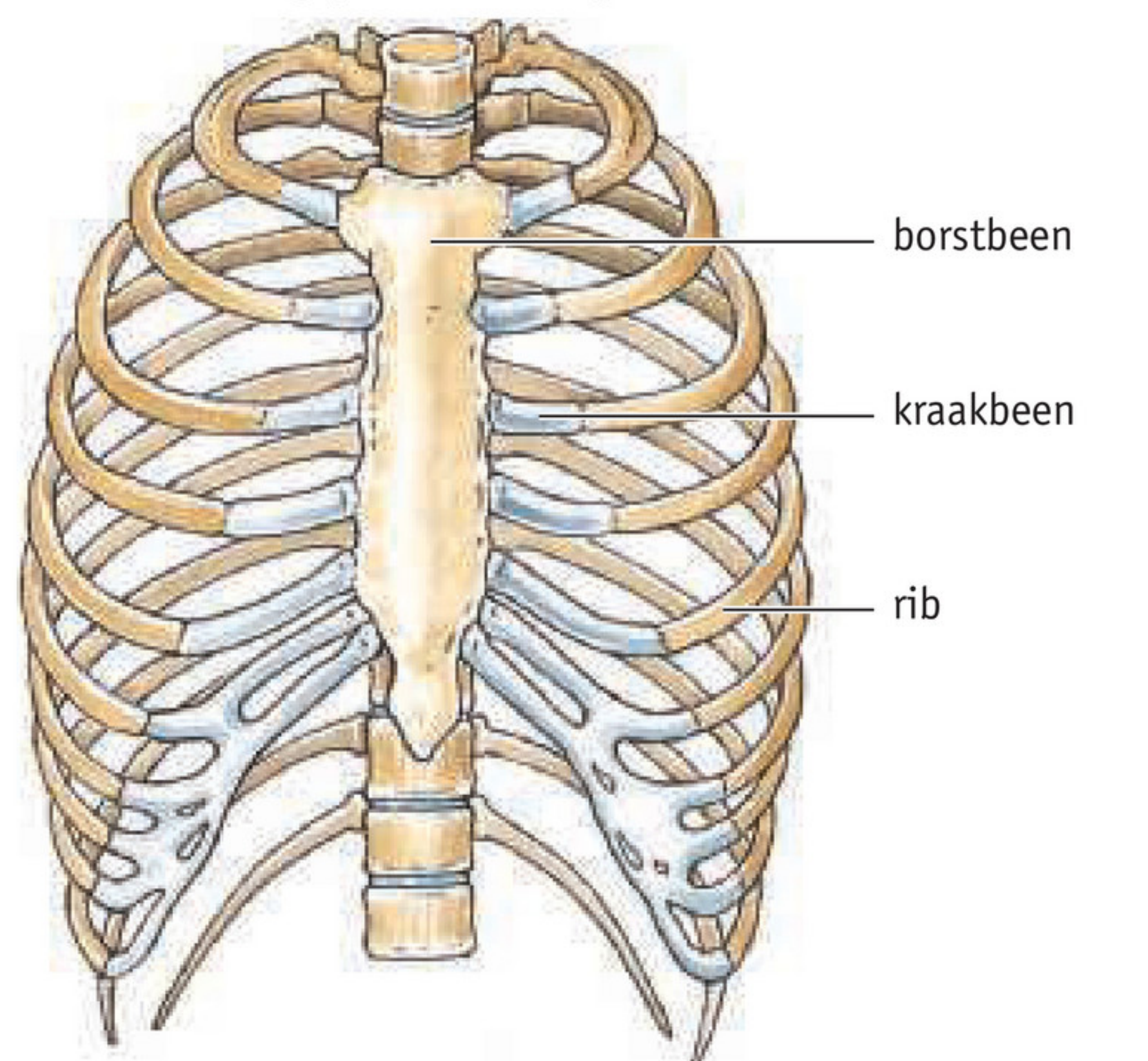


2 naden

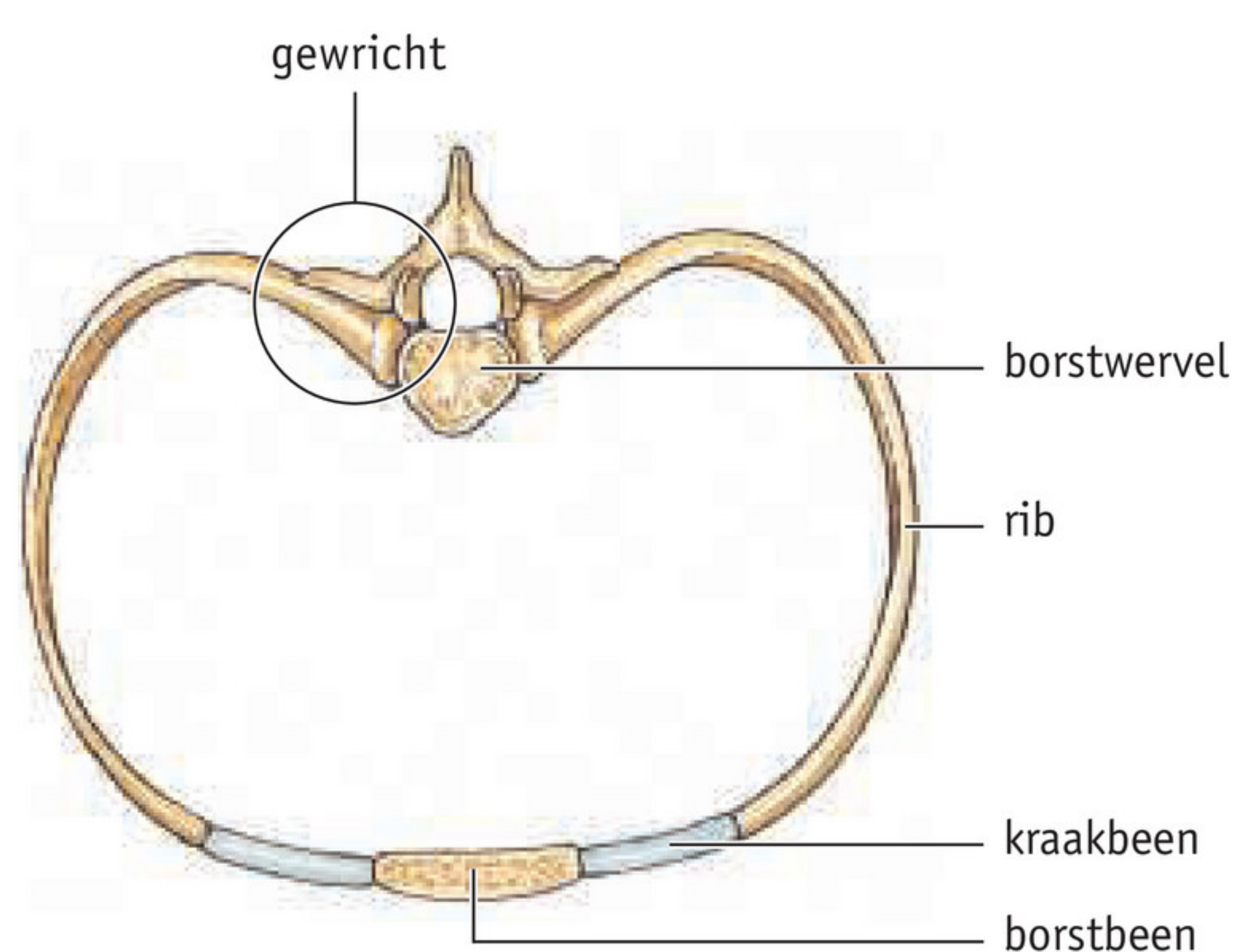
VERBINDINGEN MET BEWEGING

Sommige botten zijn door kraakbeen met elkaar verbonden, bijvoorbeeld de ribben en het borstbeen (zie afbeelding 2.1). Tussen de ribben en de wervels zit een gewricht (zie afbeelding 2.2). Door het kraakbeen en de gewrichten kan je borstkas groter en kleiner worden als je ademhaalt.

Afb. 2 Beweeglijke verbindingen.



1 kraakbeen tussen ribben en borstbeen



2 gewrichten tussen ribben en wervels

DE BOUW VAN EEN GEWRICHT

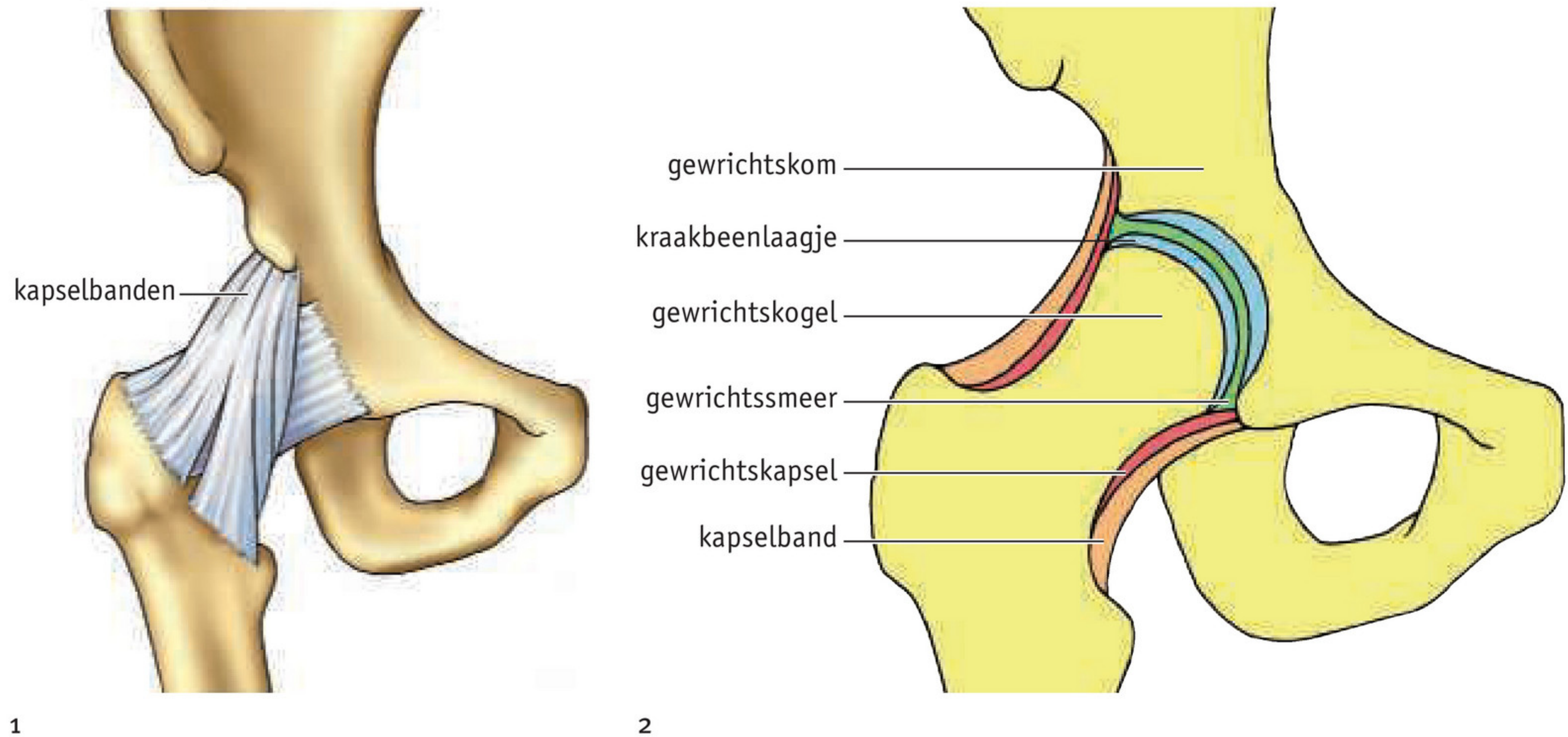
Een **gewricht** is een verbinding tussen twee botten. Het ene bot heeft een **gewrichtskogel**, het andere bot een **gewrichtskom**. De gewrichtskogel kan bewegen in de gewrichtskom. Op de kogel en in de kom van een gewricht zit een laagje kraakbeen (zie afbeelding 3). Het kraakbeen zorgt ervoor dat de botten soepel kunnen bewegen en gaat slijtage tegen.

Afb. 3 Kippenbotje met kraakbeen op de gewrichtskogel.



De twee botten van een gewricht zitten aan elkaar vast met het **gewrichtskapsel**. Het gewrichtskapsel houdt de botten op hun plaats. Bij sommige gewrichten zitten er ook stevige **kapselbanden** om het gewricht heen, zoals bij het heupgewricht (zie afbeelding 4). De kapselbanden helpen om de botten op hun plaats te houden. De binnenkant van het gewrichtskapsel geeft **gewrichtssmeer** af. Dat is een stroperige vloeistof die werkt als een soort smeervet. Hierdoor kunnen de botten soepel bewegen.

Afb. 4 Het heupgewricht.



DRIE TYPEN GEWRICHTEN

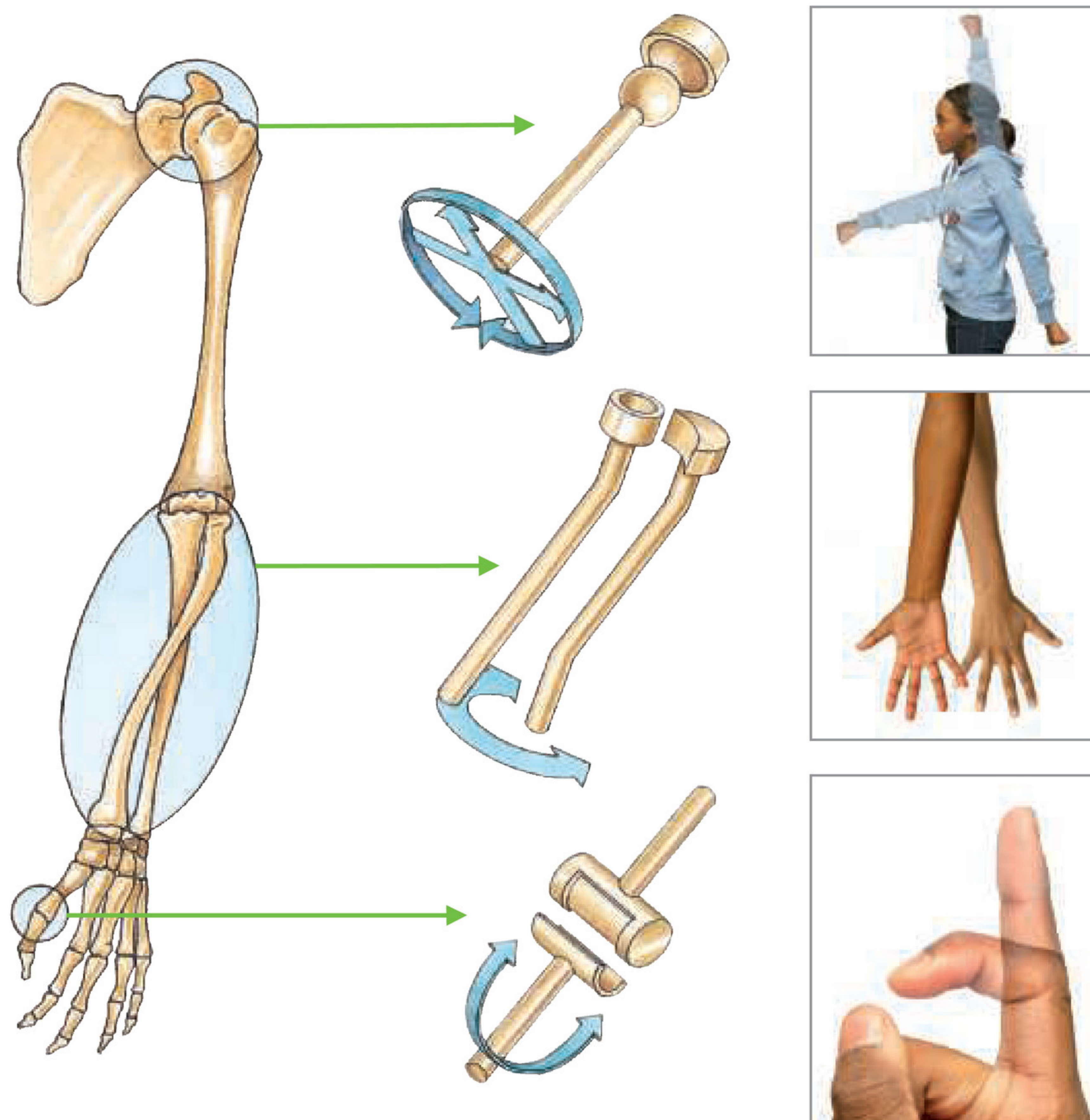
De bouw van een gewricht heeft te maken met de manier waarop de botten ten opzichte van elkaar kunnen bewegen. Drie typen gewrichten zijn het kogelgewricht, het rolgewricht en het scharniergewricht (zie afbeelding 5).

In de schouder zit een kogelgewricht. Bij een **kogelgewricht** draait de gewrichtskogel van het ene bot in de gewrichtskom van het andere bot. Daardoor is beweging in verschillende richtingen mogelijk.

In je elleboog zit een rolgewricht. Bij een **rolgewricht** draait het ene bot in de lengteas om het andere bot. Hierdoor kun je je hand draaien.

Tussen de vingerkootjes zit een **scharniergewricht**. Daarbij beweegt het ene bot als een scharnier ten opzichte van het andere bot. Je kunt alleen een beweging heen en terug maken.

Afb. 5 Drie typen gewrichten.



KENNIS

1

Botten zijn op verschillende manieren met elkaar verbonden.

a Bij welke verbindingen is beweging mogelijk?

- ☐ A vergroeid
- ☐ B naad
- ☐ C kraakbeen
- ☐ D gewricht

b Hoe zijn de botten met elkaar verbonden?

- 1 borstbeen en ribben
- 2 heupbeen en dijbeen
- 3 lendenwervels
- 4 opperarmbeen en ellepijp
- 5 wandbeen en voorhoofdsbeen
- 6 wervels van het heiligbeen
- 7 wervels van het staartbeen

vergroeid / naad / kraakbeen / gewricht
 vergroeid / naad / kraakbeen / gewricht
 vergroeid / naad / kraakbeen / gewricht
 vergroeid / naad / kraakbeen / gewricht
 vergroeid / naad / kraakbeen / gewricht
 vergroeid / naad / kraakbeen / gewricht
 vergroeid / naad / kraakbeen / gewricht

c Hoe beweeglijk is de verbinding?

- 1 vergroeid
- 2 naad
- 3 kraakbeen
- 4 gewricht

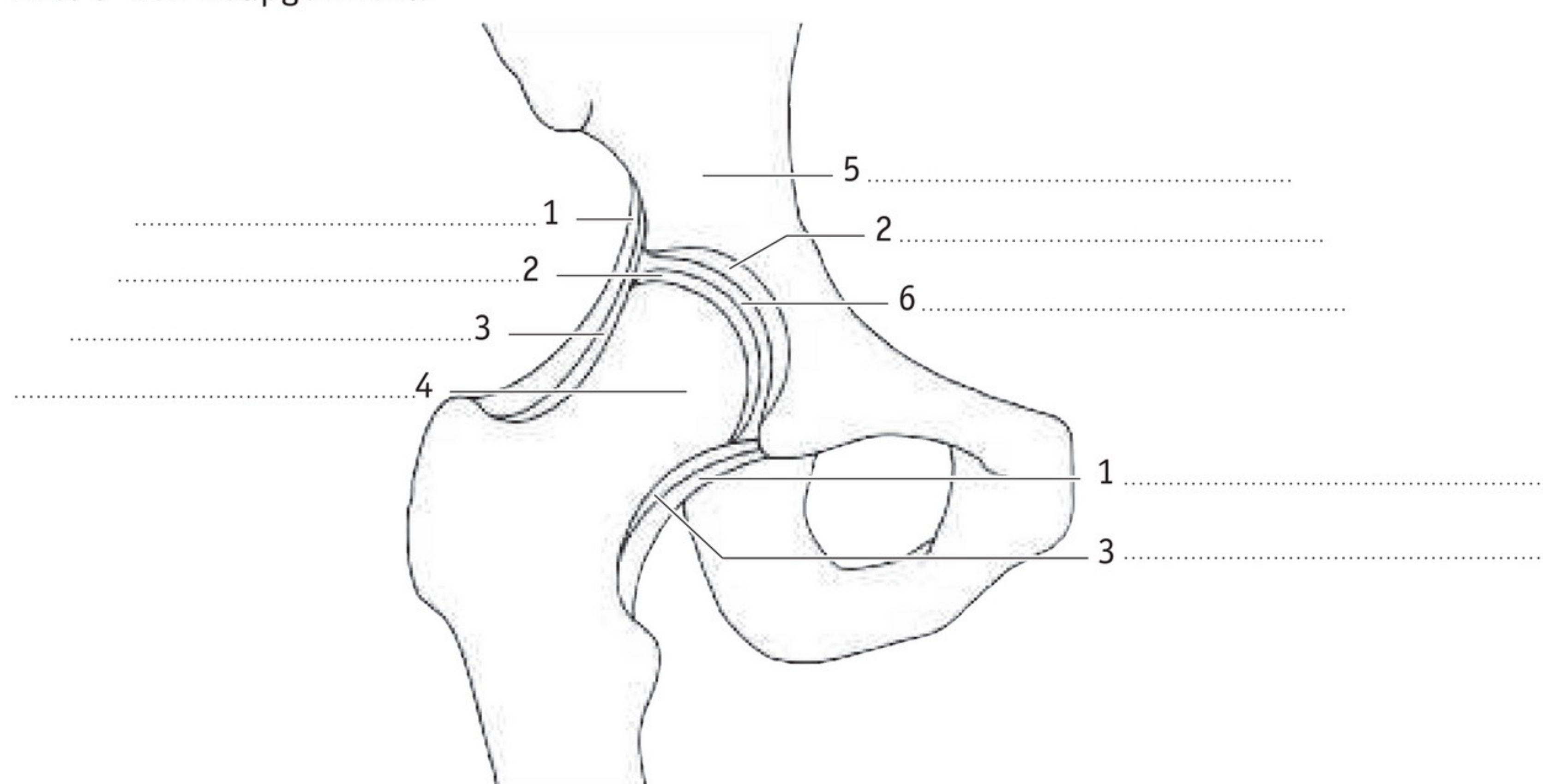
geen / veel / weinig beweging mogelijk
 geen / veel / weinig beweging mogelijk
 geen / veel / weinig beweging mogelijk
 geen / veel / weinig beweging mogelijk

- d** In afbeelding 2 zie je tekeningen van een borstkas van een mens.
Welke beenverbindingen zitten er in een borstkas?
- ☐ A vergroeid
 - ☐ B naad
 - ☐ C kraakbeen
 - ☐ D gewricht
- e** Geef enkele botten die onbeweeglijk met elkaar verbonden zijn.

2

- In afbeelding 6 zie je een schematische tekening van een heupgewricht.
- a** Zet de namen bij de genummerde delen.
- b** Welke twee delen zorgen ervoor dat een gewricht soepel kan bewegen?
1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6
- c** Welke twee delen houden de botten in een gewricht op hun plaats?
1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6
- d** Gewrichtssmeer wordt gemaakt door het

Afb. 6 Een heupgewricht.



3

Kies bij elk gewricht het juiste type.

- | | |
|---|--|
| 1 dijbeen en scheenbeen | <i>kogelgewricht / rolgewricht / scharniergewricht</i> |
| 2 eerste en tweede vingerkootje | <i>kogelgewricht / rolgewricht / scharniergewricht</i> |
| 3 ellepijp en spaakbeen | <i>kogelgewricht / rolgewricht / scharniergewricht</i> |
| 4 heupbeen en dijbeen | <i>kogelgewricht / rolgewricht / scharniergewricht</i> |
| 5 opperarmbeen en ellepijp | <i>kogelgewricht / rolgewricht / scharniergewricht</i> |
| 6 schouderblad, sleutelbeen en opperarmbeen | <i>kogelgewricht / rolgewricht / scharniergewricht</i> |

4

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Vul de tabellen in.
- Maak een schematische tekening van een gewricht en benoem de delen.

Vier beenverbindingen	Beweeglijkheid

Deel gewricht	Functie
Gewrichtskapsel	
Gewrichtssmeer	
Kapselbanden	
Kraakbeenlaagjes	

Drie typen gewrichten	Voorbeelden	Werking

INZICHT

5

Op röntgenfoto's zien delen van het lichaam er witter uit naarmate ze meer kalkzouten bevatten. Daardoor kun je een gebroken bot goed zien op een röntgenfoto. In afbeelding 7 zie je een röntgenfoto van een heup.

- a Het gebroken bot heet
- b Waardoor zijn veel delen van een gewricht niet zichtbaar op een röntgenfoto?
- c Het gebroken bot is met andere botten verbonden door gewrichten. Door welke typen gewricht is dit bot verbonden? Leg je antwoord uit.

Afb. 7 Röntgenfoto van een heup.

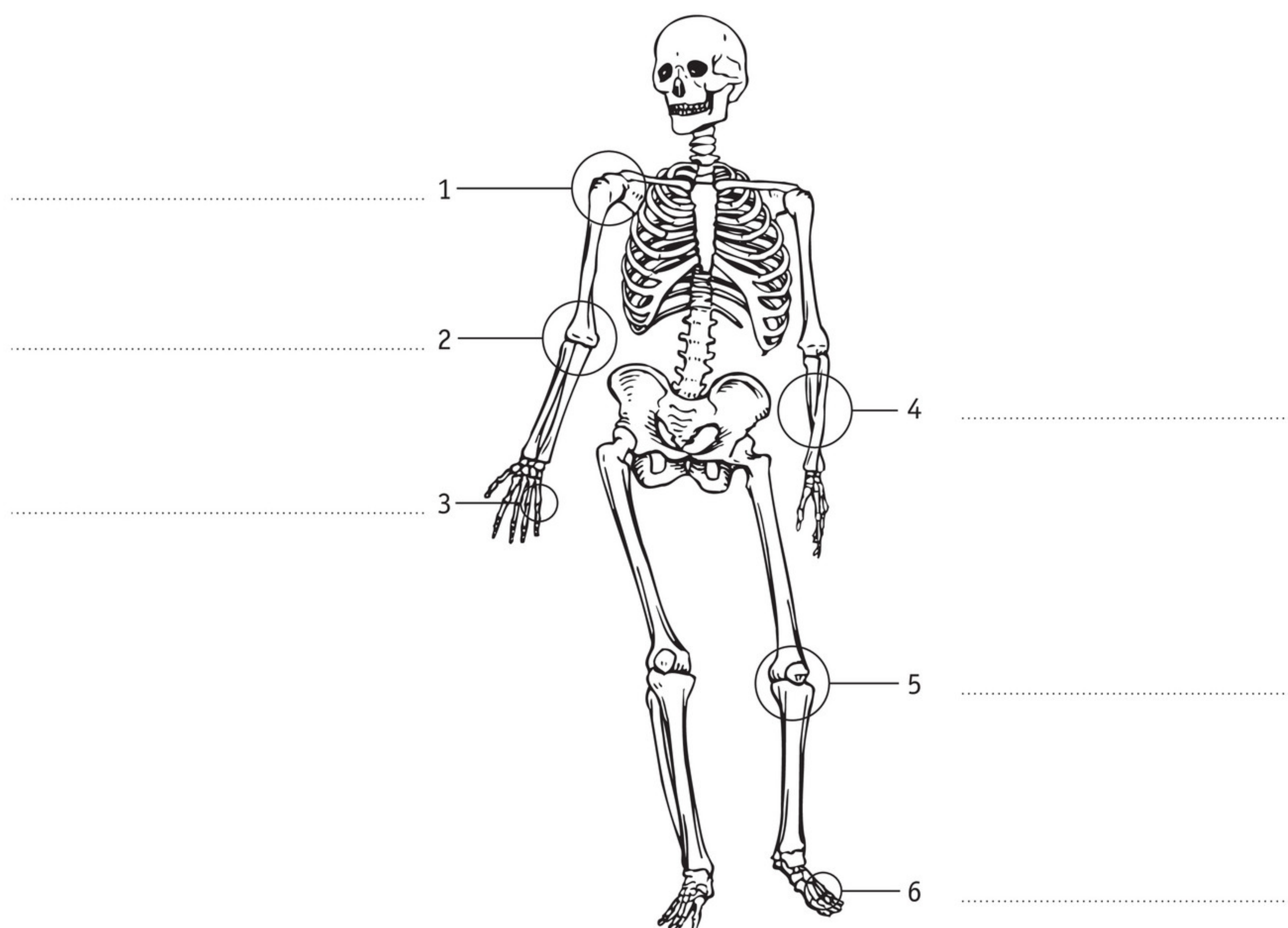


6

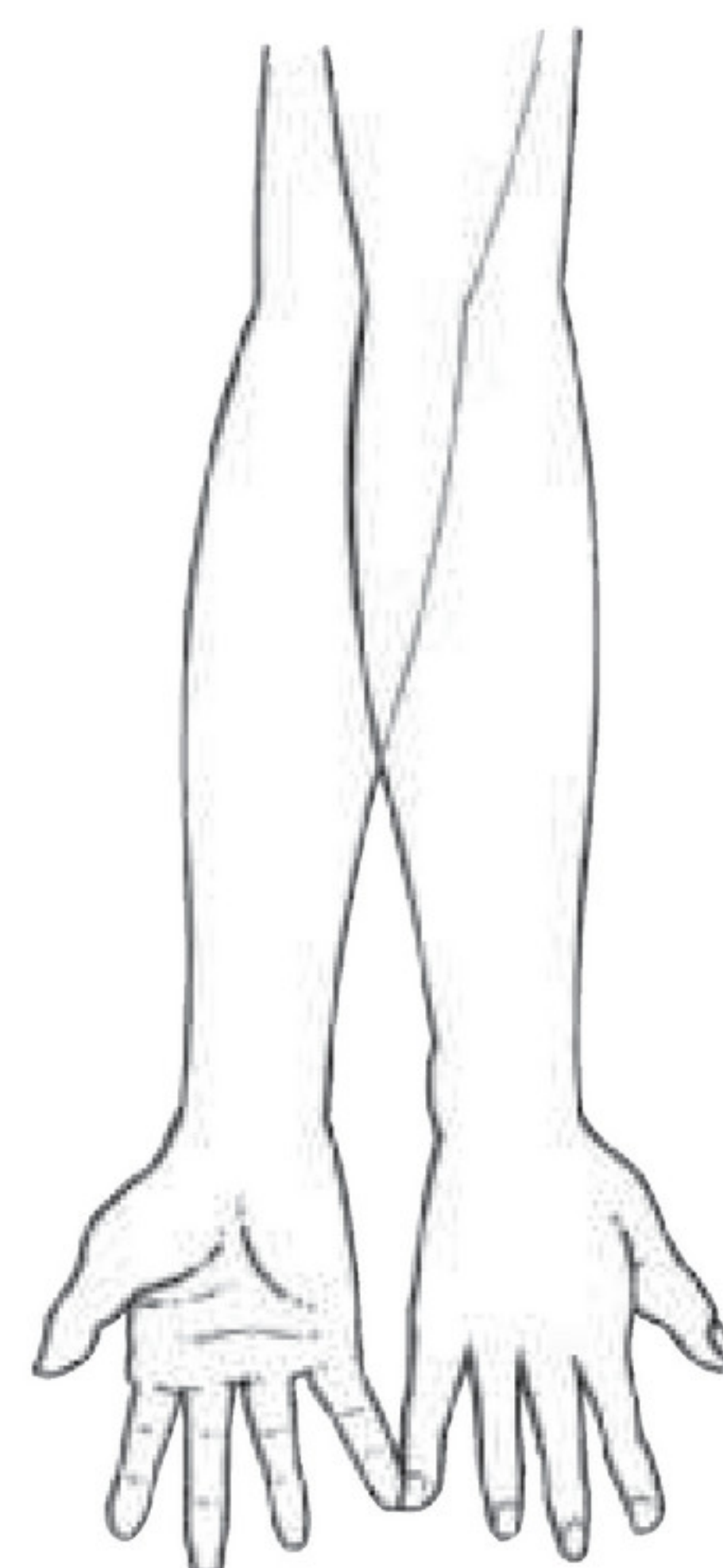
In afbeelding 8 zijn zes beenverbindingen genummerd.

- a Zet bij elke verbinding welk type gewricht het is.
- b In afbeelding 9 is een beweging van de onderarm weergegeven. Leg uit waardoor je deze beweging niet kunt maken met je onderbeen.

Afb. 8



Afb. 9 Beweging van de onderarm.



7

- a De duim is een bijzondere vinger.
Waarin verschilt de bouw van de duim van die van andere vingers?
- b Een duim kan alle vingers aanraken (zie afbeelding 10). Dit noem je 'opponeren'. Het opponeren is mogelijk door een zadelgewricht.
Tussen welke botten zit dit zadelgewricht bij de duim?
- c Welk soort beweging is mogelijk door een zadelgewricht?
- d Wat is het verschil in werking tussen een duim en een grote teen?

Afb. 10 Opponeren.



8

Bij hypermobiliteit zijn de gewrichten minder stevig en soepeler dan gebruikelijk. In afbeelding 11 zie je een jongen met een hypermobiel ellebooggewricht.

- a Ga na welke bewegingen jij met jouw ellebooggewricht kunt maken. Wat is het verschil met de elleboog van de jongen?
- b Welke delen van een gewricht zijn bij hypermobiliteit minder stevig?
- c Bij hypermobiliteit is er meer kans op gewrichtsslijtage, doordat de botten van het gewricht vaker tegen elkaar aan komen.
Welk deel van een gewricht slijt dan vooral?
- d Kinderen met hypermobiele vingers hebben vaak een minder goed handschrift en kunnen minder goed tekenen. Leg dat uit.

Afb. 11 Een hypermobiele jongen.



+ 9

Lees de tekst 'Informatie van een praktijk voor fysiotherapie' en bekijk de röntgenfoto.

- Geef in de afbeelding aan: *acromion* – *kogelgewricht* – *schuifgewricht*.
- Met het schoudergewricht en het heupgewricht kun je een draaiende beweging maken. Daardoor kunnen je hand en je voet een cirkelvormige beweging maken. De grootste cirkel maak je met je *hand* / *voet*.
- Vergelijk de foto van de schouder (in afbeelding 12) met de röntgenfoto van de heup in afbeelding 7.
 Waardoor is bij de schouder meer beweging mogelijk, en in meer richtingen, dan bij een heup? Geef twee verklaringen.

Informatie van een praktijk voor fysiotherapie

De schouder heeft twee gewrichten die met elkaar samenwerken:

- het gewricht tussen het sleutelbeen en de schoudertop (acromion); dit is een schuifgewricht;
- het gewricht tussen het opperarmbeen en het schouderblad; dit is een kogel-en-holtegewricht.

Afb. 12



SAMENHANG wetenschap

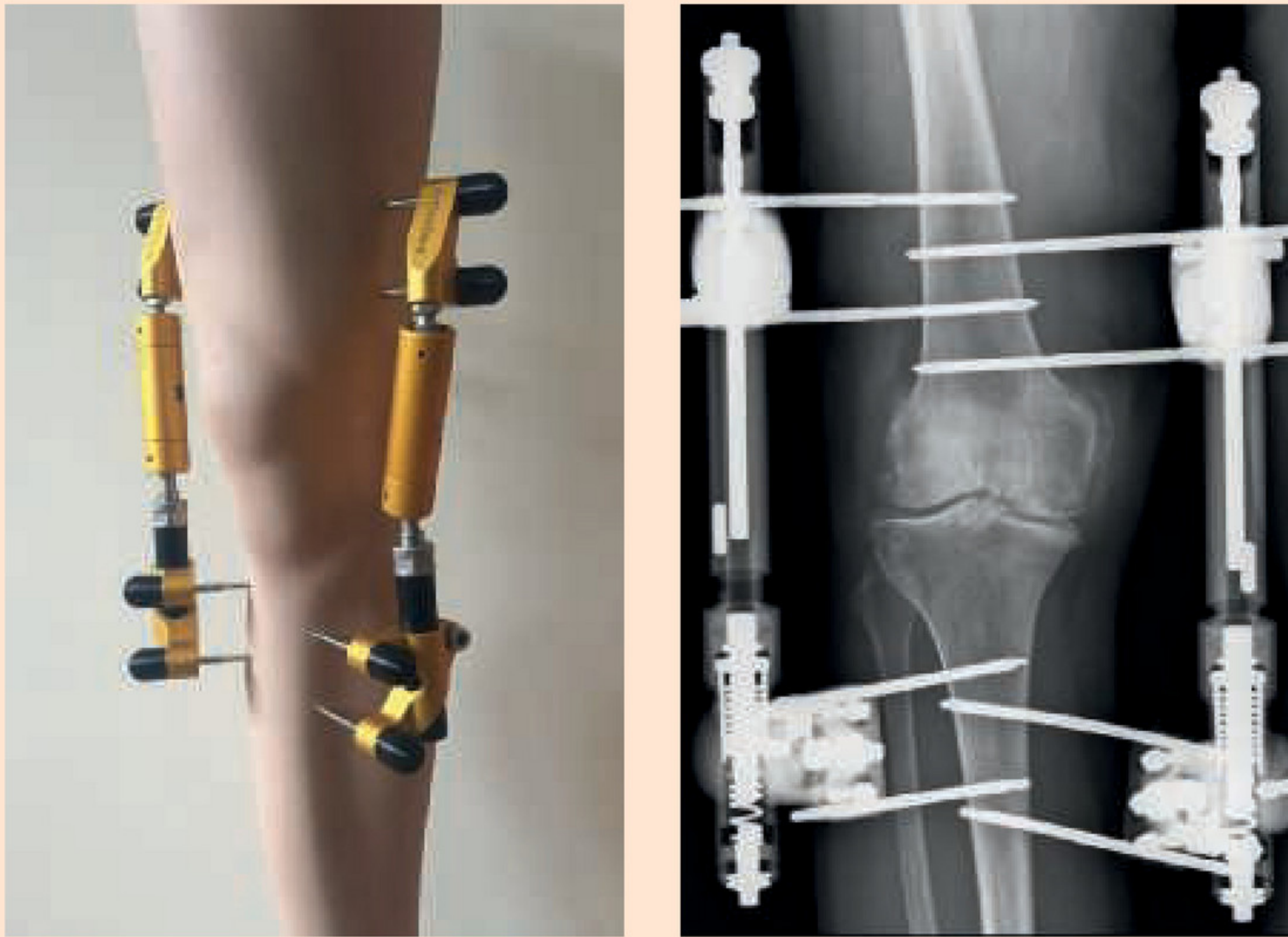
EEN NIEUWE KNIE ZONDER OPERATIE

Pijn in de knie ontstaat door artrose: het laagje kraakbeen dat de botdelen van boven- en onderbeen bedekt, is beschadigd en gedeeltelijk weggesleten, waardoor ze niet meer soepel over elkaar heen glijden en elke beweging van het gewricht een stroeve schuurpartij wordt. Een kunstgewricht is een oplossing, maar zo'n prothese gaat hooguit twintig jaar mee en bij jonge mensen vaak veel korter. Daarna is een veel grotere prothese nodig. Als het mogelijk zou zijn om de eigen knie langer te behouden en de eerste prothese uit te stellen, dan zou dat voor de patiënt én voor de zorgkosten een hoop schelen. Zo kwamen wetenschappers samen met artsen in het UMC Utrecht op een buitengewoon idee: de kniedistractie.

Trek de twee botdelen een paar millimeter van elkaar met een extern frame, laat de patiënt vervolgens de knie een week of zes voorzichtig belasten en dan, als een soort mirakel, herstelt het beschadigde kraakbeen zich: dat is het principe van de distractie, vertelt hoogleraar experimentele reumatologie Floris Lafeber, die de techniek samen met orthopedisch chirurg Peter van Roermund bedacht. Hij laat de frames zien die aan weerszijden van de knie worden vastgezet, met pennen in het bot (zie afbeelding 13). Patiënten blijken het na de distractie net zo goed te doen als na het aanbrengen van een kunstknie: ze hebben minder pijn en lopen beter dan voorheen, met behoud van hun eigen knie.

Bron: Een nieuwe knie zonder operatie, Utrechtse vondst gaat langzaam de wereld over, de Volkskrant, 1 februari 2019.

Afb. 13 Kniedistractie.



10

Lees de tekst 'Een nieuwe knie zonder operatie'.

De artsen en onderzoekers weten nog niet precies hoe het herstel werkt. Dat wordt nu onderzocht: 'Het kan te maken hebben met de stamcellen, met een andere samenstelling van de stoffen in de gewrichtsvloeistof en met mechanische veranderingen in het bot.'

- a** Welke botten worden bij een kniedistractie van elkaar getrokken?
- b** Wat zijn stamcellen?
- c** Wat is de functie van gewrichtsvloeistof?
- d** Wat bedoelt de arts met 'mechanische veranderingen in het bot'?
- e** Ruim een jaar na een kniedistractie neemt de afstand tussen de botuiteinden met één tot twee millimeter toe.
Wat moet daarvan de oorzaak zijn?

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

4 Spieren

LEERDOELEN

4.4.9 Je kunt de bouw en werking van spieren beschrijven.

► Leren onderzoeken 1 en 2

4.4.10 Je kunt voorbeelden noemen van bewuste en onbewuste spierbewegingen.

► Practica 3 en 4

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	4.4.9	4.4.10	4.1.2*	4.2.4*	4.3.6*
Onthouden	3a				
Begrijpen	1, 2, 3bcde, 4	4			
Toepassen	5b, 8a, 9a, 10d		5a	10bc	10bc
Analyseren	6, 7, 8b, 10ae	9bc			

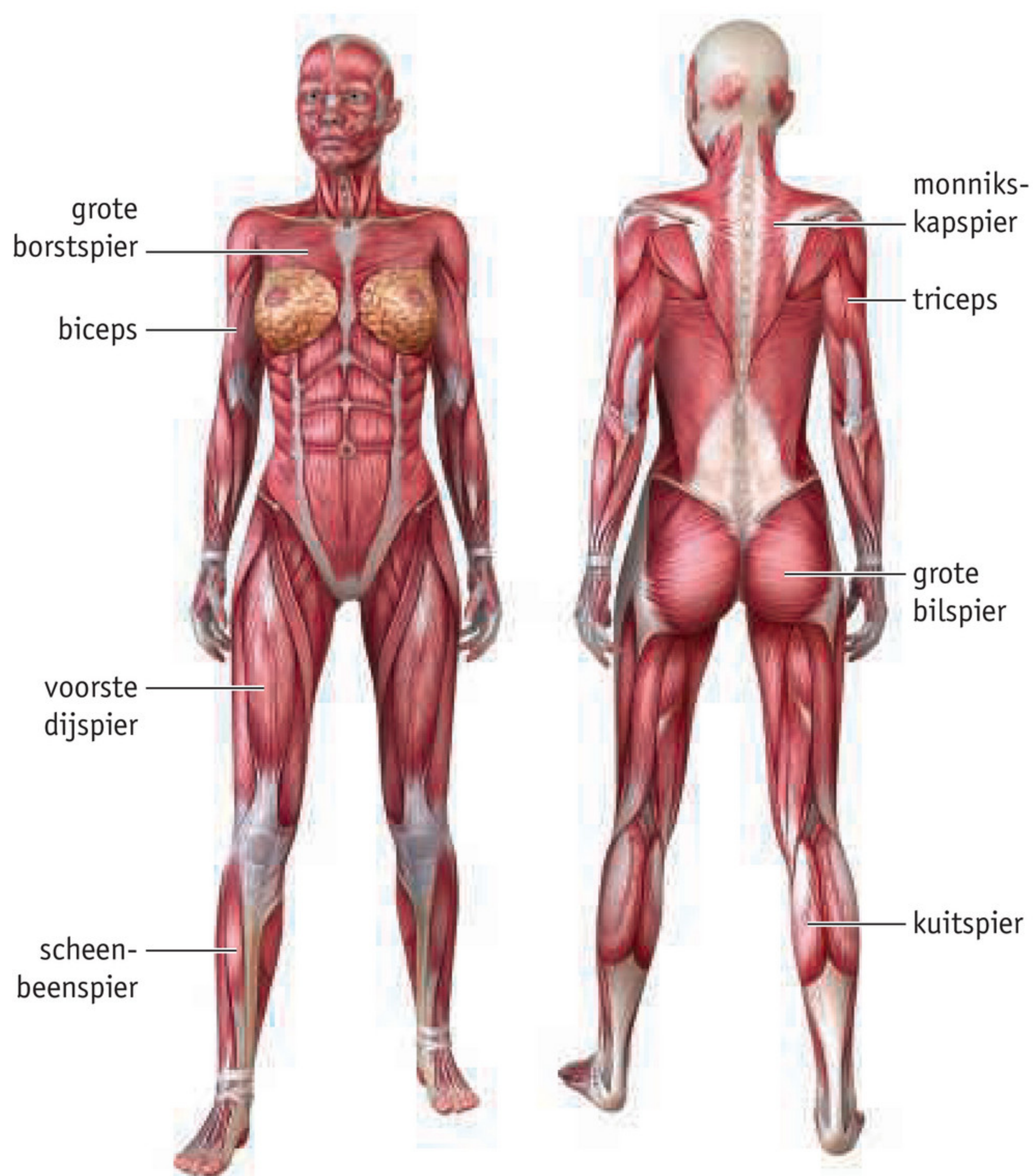
*Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Botten kunnen zelf niet bewegen. Om ze te bewegen zijn spieren nodig. Ook op andere plaatsen in je lichaam zitten spieren.

SPIERSTELSEL

Aan de botten zitten spieren vast. Door deze spieren kan je lichaam rechtop staan en bewegen. Alle skeletspieren in het lichaam vormen samen het **spierstelsel** (zie afbeelding 1). De grote spieren die je in afbeelding 1 ziet, zijn de oppervlakkige skeletspieren. Op veel plaatsen liggen daaronder nog andere spieren: de diepe spieren. Al deze spieren werken samen om je botten te bewegen en je rechtop te laten staan.

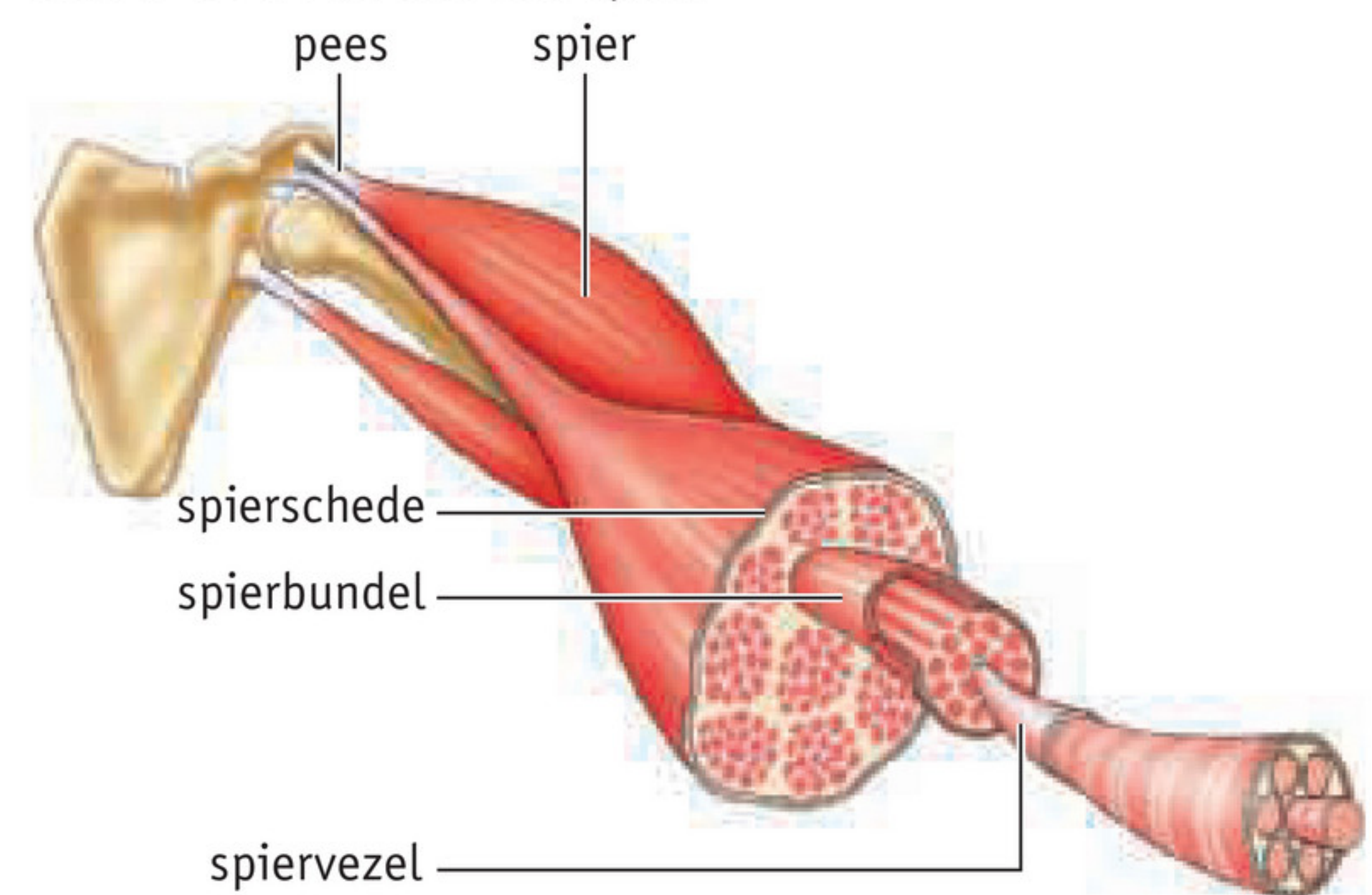
Afb. 1 Het spierstelsel.



DE BOUW VAN EEN SPIER

Een spier is omgeven door bindweefsel: de **spierschede** (zie afbeelding 2). Aan beide kanten van de spier loopt de spierschede uit in een **pees**. Pezen verbinden spieren met botten. De plaats waar een spier aan een bot vastzit, heet aanhechtingsplaats. De uitsteeksels van botten dienen als aanhechtingsplaats voor spieren. Een skeletspier bestaat uit enkele **spierbundels** die elk worden omgeven door een laag bindweefsel. Elke spierbundel bestaat uit een aantal **spiervezels**.

Afb. 2 De bouw van een spier.

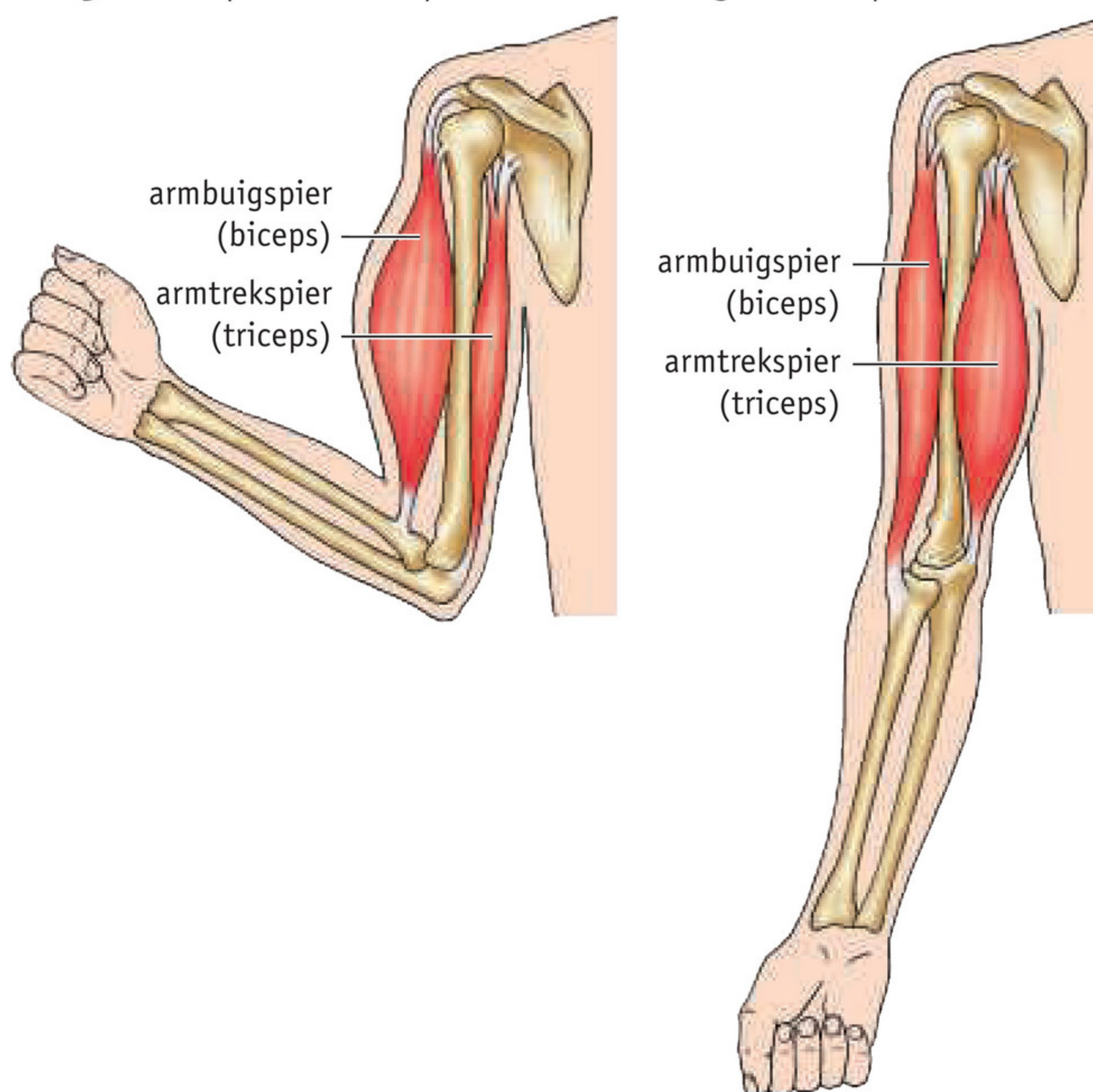


DE WERKING VAN SPIEREN

De spiervezels in een spier kunnen zich samentrekken. De spier wordt dan korter en dikker. Daardoor trekt de spier aan de botten waar hij aan vastzit. De spier trekt de botten naar elkaar toe. Zo ontstaat een beweging. Hoe meer spiervezels samentrekken, hoe meer kracht de spier kan uitoefenen. De snelheid en de kracht van een beweging hangen af van het aantal spiervezels dat samentrekt.

De richting waarin een spier de botten beweegt, hangt samen met de plaats waar de spier zit. In afbeelding 3 zie je de spieren die je onderarm bewegen. Om je onderarm te bewegen heb je twee spieren nodig: de **biceps** (armbuigspier) en de **triceps** (armstrekspier). In afbeelding 3.1 is de arm gebogen. De biceps is dan aangespannen. De biceps trekt aan het spaakbeen, waardoor de arm buigt. De biceps kan het bot niet terugduwen. Om de arm te strekken, is daarom de triceps nodig. Als deze spier aanspant, trekt hij aan de ellepijp en wordt de arm gestrekt (zie afbeelding 3.2). Om een bot te bewegen heb je altijd twee spieren nodig: een buigspier en een strekspier. Deze spieren hebben een tegengestelde werking. Een buigspier en een strekspier die samen één beweging mogelijk maken, vormen een **antagonistisch paar**. De strekspier is de antagonist van de buigspier.

Afb. 3 De biceps en de triceps vormen een antagonistisch paar.

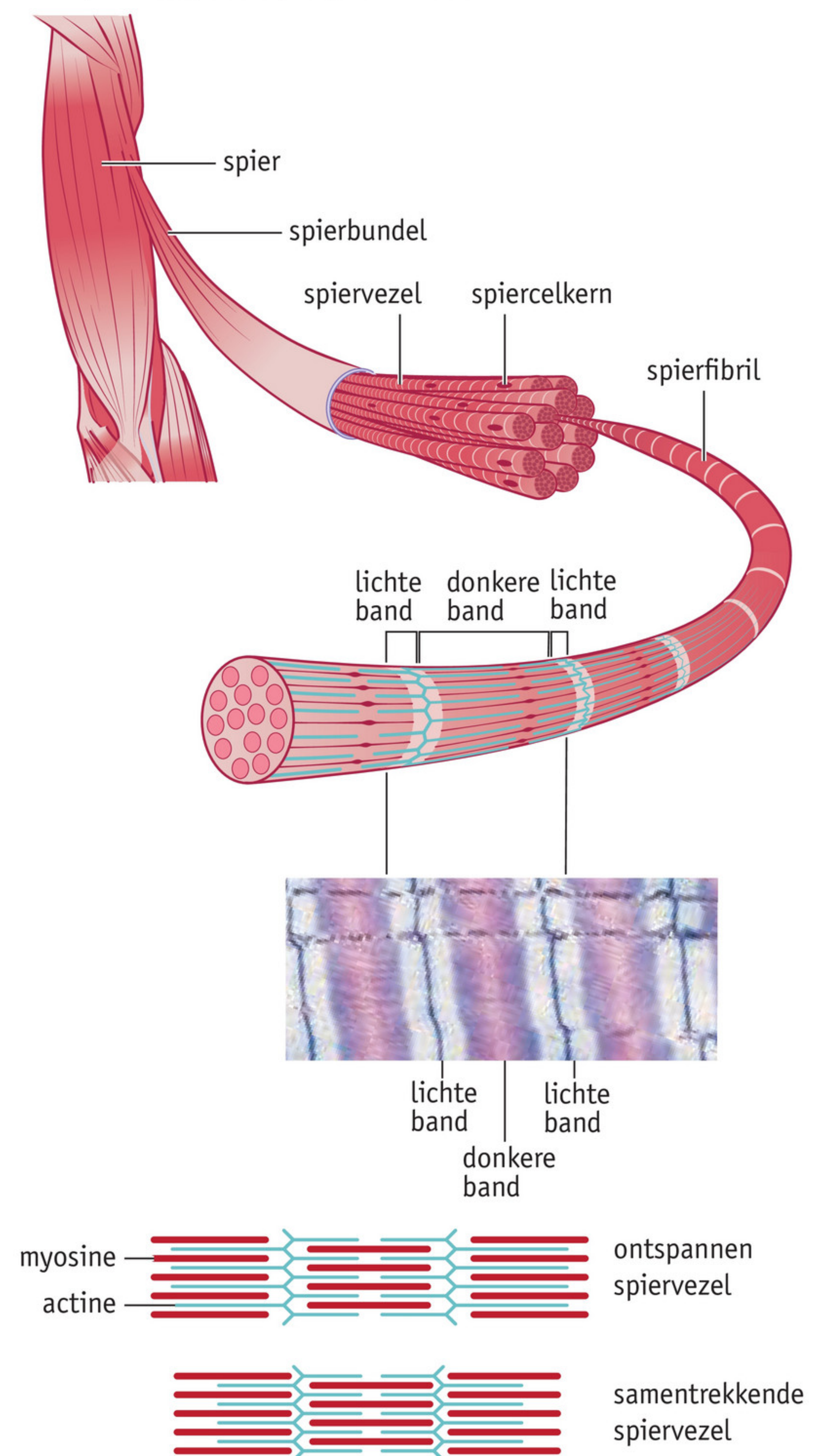


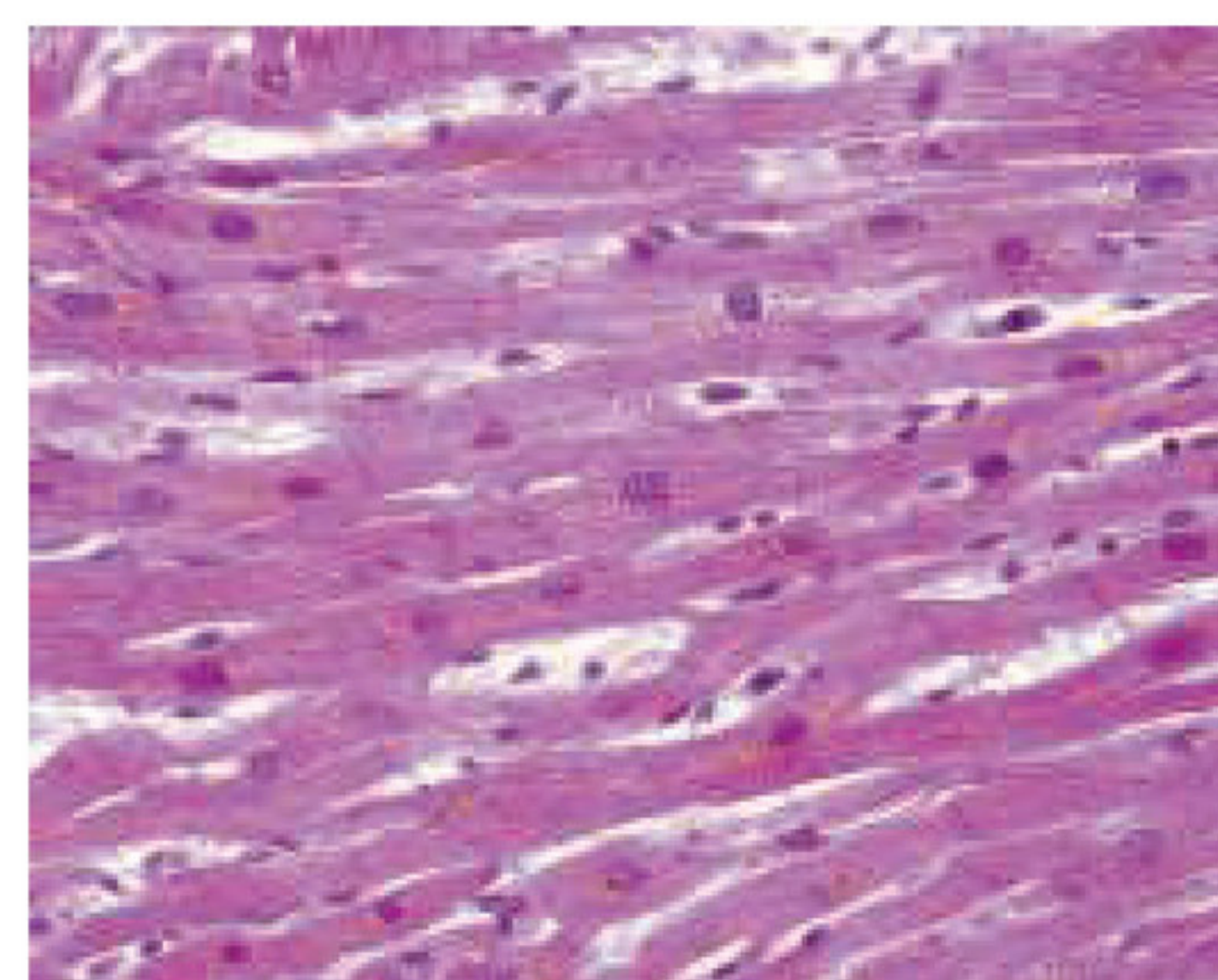
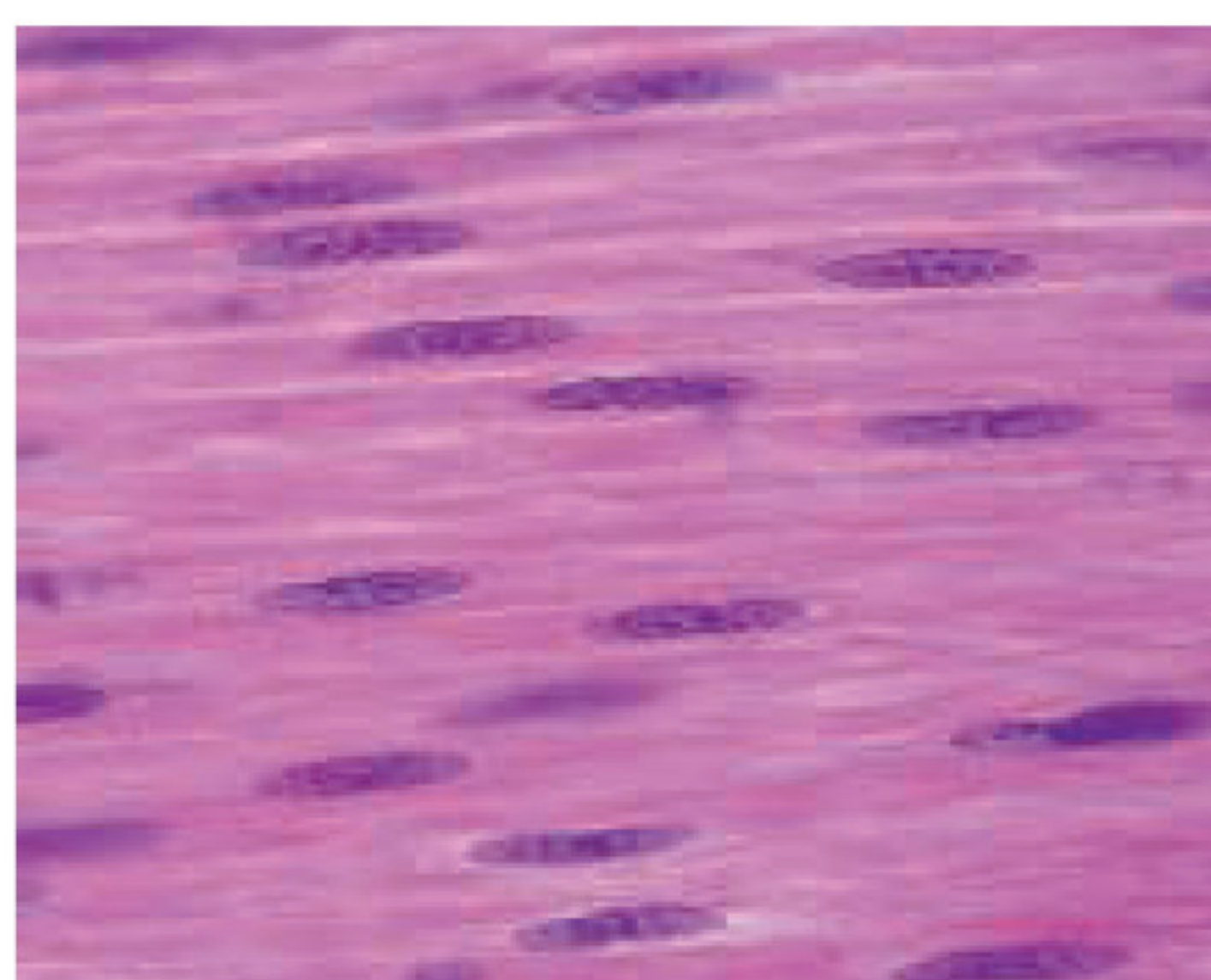
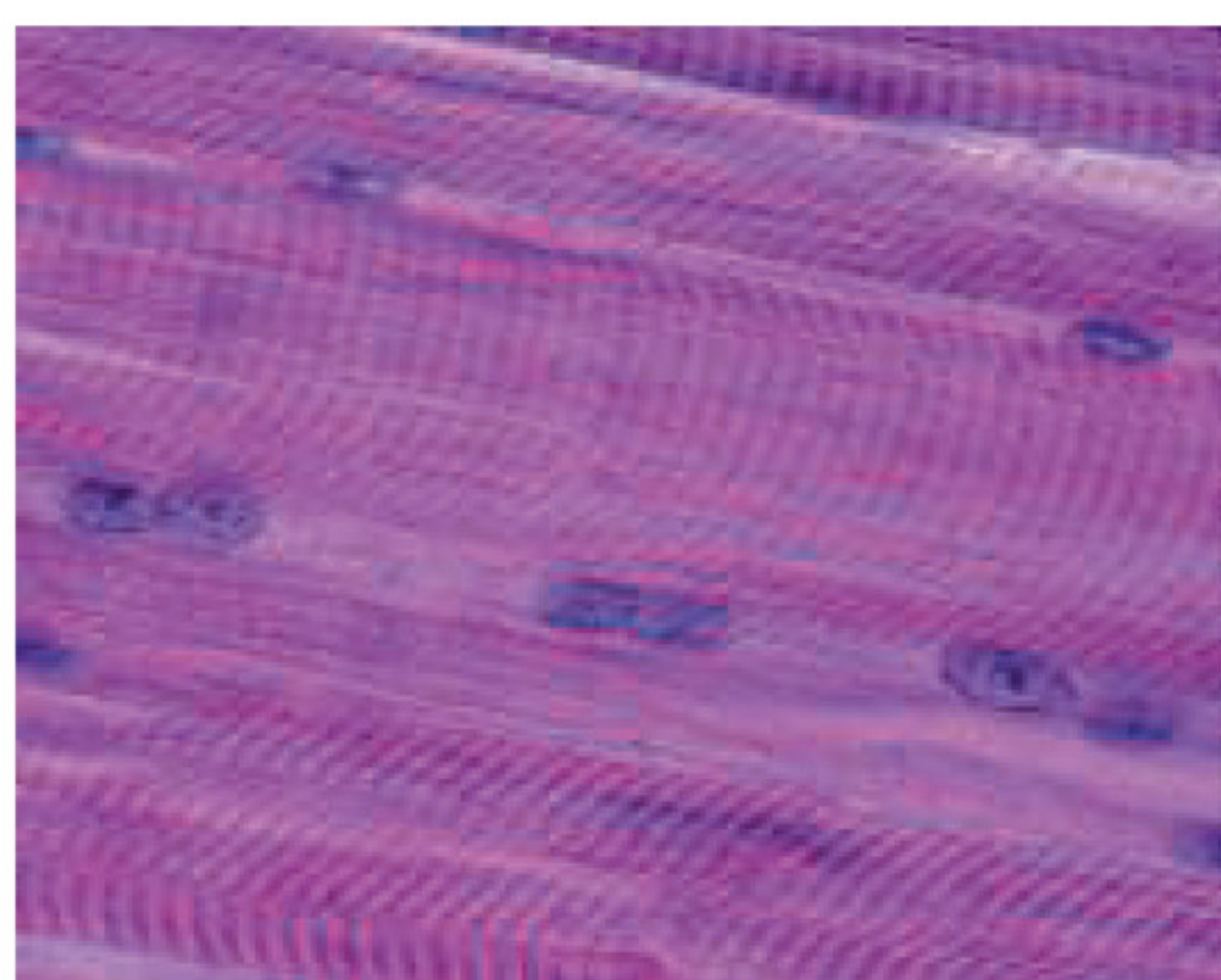
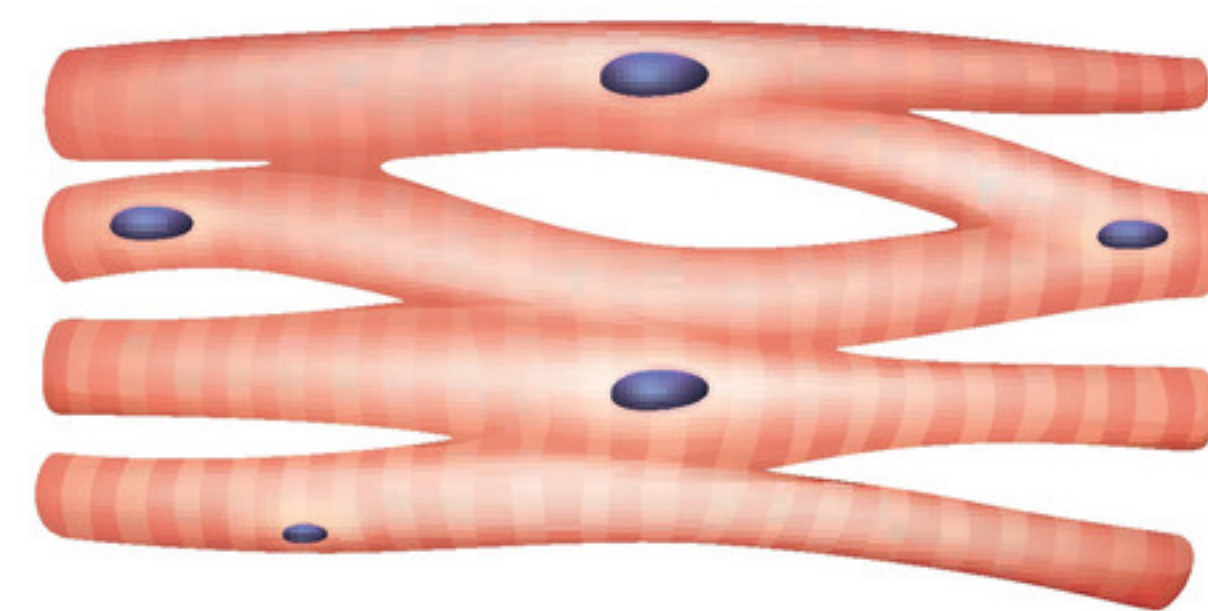
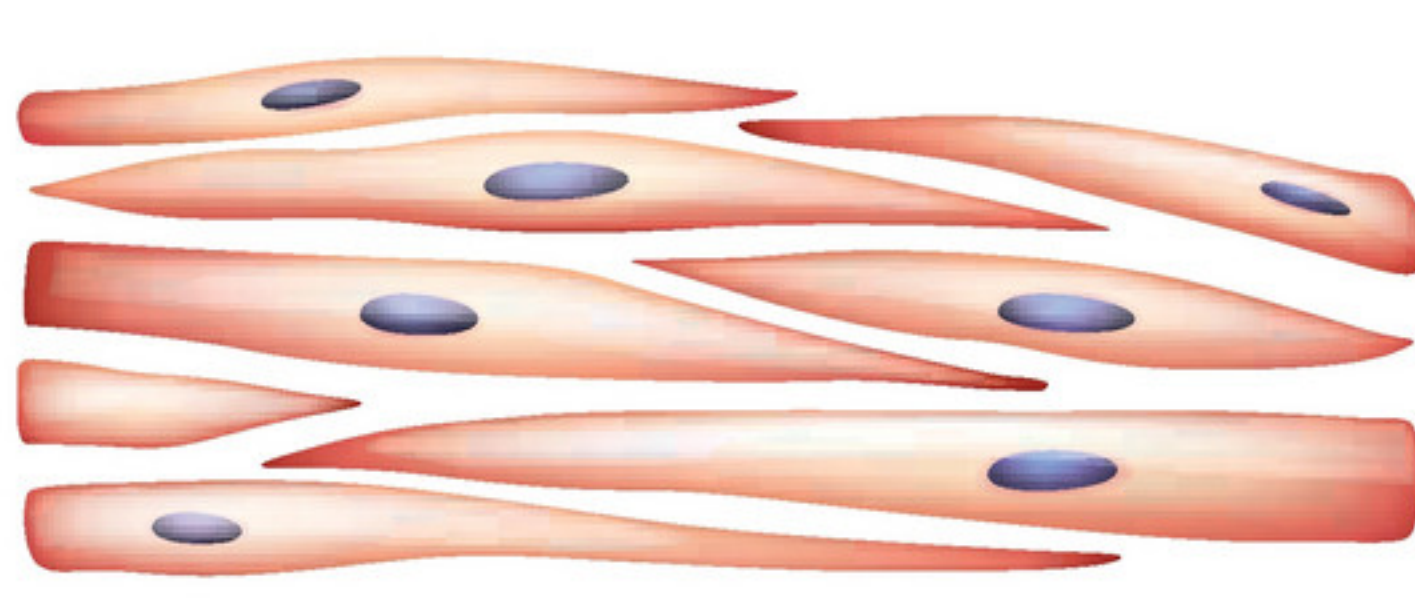
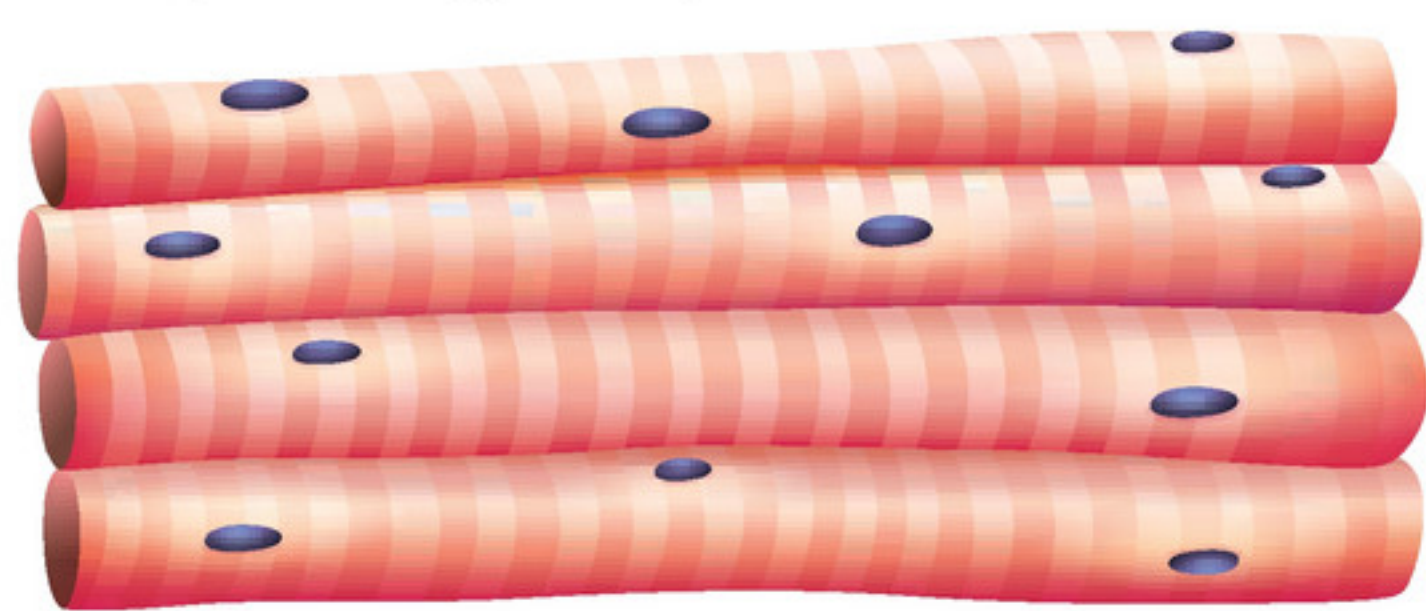
SPIERWEEFSEL

Spieren bevatten eiwitten die in elkaar kunnen schuiven, waardoor de spier korter en dikker wordt. Deze eiwitten heten actine en myosine. In skeletspieren liggen deze eiwitten netjes gerangschikt bij elkaar in een **spierfibril** (zie afbeelding 4). Op plaatsen waar de eiwitten elkaar overlappen, is de kleur wat donkerder. Daardoor zie je allemaal kleine streepjes in het weefsel als je dit bekijkt onder een microscoop (zie afbeelding 5.1). Dit type spierweefsel heet **dwarsgestreept spierweefsel**.

Behalve skeletspieren heb je ook allerlei spieren in je organen. Deze **orgaanspieren** bewegen zonder dat je je daar bewust van bent, bijvoorbeeld de spieren in de wand van je slokdarm, maag en darmen. Het spierweefsel van orgaanspieren bestaat uit langwerpige cellen (zie afbeelding 5.2). In dit weefsel liggen de eiwitten niet netjes gerangschikt. Je ziet daardoor geen streepjes. Dit spierweefsel heet daarom **glad spierweefsel**. Ook in de wand van bloedvaten ligt glad spierweefsel. Ook je hart is een spier: de hartspier. Door samen te trekken pompt het hart bloed door het lichaam. **Hartspierweefsel** heeft een speciale structuur. De hartspier bestaat wel uit spierfibrillen, maar deze liggen niet naast elkaar in een spiervezel. Onder de microscoop zijn wel dwarsstreepjes te zien (zie afbeelding 5.3). Hartspierweefsel raakt niet snel vermoeid.

Afb. 4 Dwarsgestreept spierweefsel.



Afb. 5 Drie typen spierweefsel.

1 dwarsgestreept spierweefsel

2 glad spierweefsel

3 hartspierweefsel

SPIERVEZELS

Dwarsgestreept spierweefsel bestaat uit twee soorten spiervezels: langzame en snelle. Snelle spiervezels kunnen snel en krachtig samentrekken. Langzame spiervezels doen er langer over om samen te trekken en kunnen daardoor minder kracht zetten. Ze kunnen wel langer doorgaan met samentrekken.

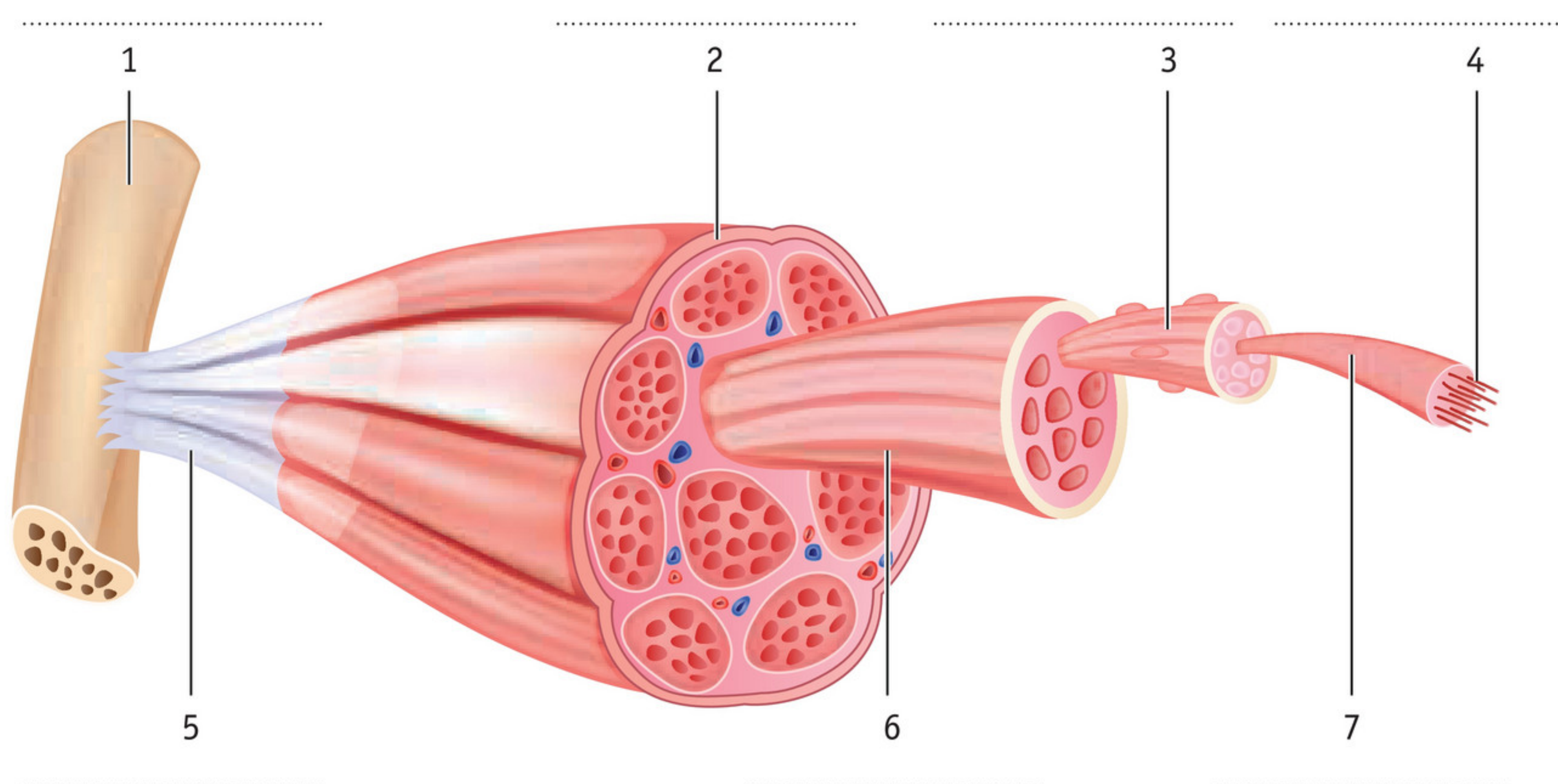
Voor het samentrekken van spiervezels is energie nodig. Langzame spiervezels gaan efficiënt om met energie en hebben minder energie nodig dan snelle spiervezels. Snelle spiervezels hebben meer voedingsstoffen nodig. Als die opraken, raken de spieren vermoeid.

Iedereen heeft zowel langzame als snelle spiervezels in de spieren. Spieren die zorgen voor de lichaamshouding, zoals rugspieren, bevatten veel langzame spiervezels. Spieren die zorgen voor voortbeweging, bevatten juist meer snelle vezels.

KENNIS

1

In afbeelding 6 zie je de bouw van een skeletspier. Zet de namen bij de genummerde delen.

Afb. 6 Bouw van een skeletspier.

2

- a** Zijn spieren in de darmen onderdeel van het spierstelsel? Leg je antwoord uit.
- b** Als je je arm buigt, dan:
 - ☐ A trekt alleen de biceps zich samen.
 - ☐ B trekt alleen de pees zich samen.
 - ☐ C trekt zowel de biceps als de pees zich samen.
- c** Waardoor ontstaat er beweging als een spier zich samentrekt?
- d** In afbeelding 7 zie je een vrouw die haar biceps toont.
 - 1 De spiervezels in de biceps zijn *ontspannen* / *samengetrokken*.
 - 2 Dat komt doordat de actine- en myosine-eiwitten in de spierfibril *in elkaar* / *uit elkaar* schuiven. Daardoor wordt de spier *korter* / *langer*.
 - 3 Biceps bestaan uit *dwarsgestreept* / *glad* spierweefsel. Met dit type spierweefsel maak je *bewuste* / *onbewuste* bewegingen.
 - 4 In de wand van bloedvaten zit *dwarsgestreept* / *glad* spierweefsel.

Afb. 7



3

- a** Wat is een antagonistisch paar?
- b** Waarom heb je voor elke beweging een antagonistisch paar nodig?
- c** De antagonist van de kuitspier is de
- d** De antagonist van de kuitspier is dunner (minder sterk) dan de kuitspier. Verklaar dit verschil.
- e** Tijdens het lopen buig en strek je afwisselend je linker- en rechterbeen. Waar liggen de spieren die je onderbeen strekken?

4

Samenvatting



Maak een samenvatting van de basisstof.

- Geef de delen waaruit een skeletspier bestaat overzichtelijk weer van groot naar klein. Je kunt ook een tekening maken.
- Vul de tabel in. Kies bij ‘Beweging’ uit: *bewust – onbewust*.

Type spier	Type spierweefsel	Bouw	Kenmerken	Beweging
skeletspieren	•		–	
	• spiervezels	–	• veel • snel	
	• spiervezels	–	• weinig • lang	
orgaanspieren			–	
hartspier			–	

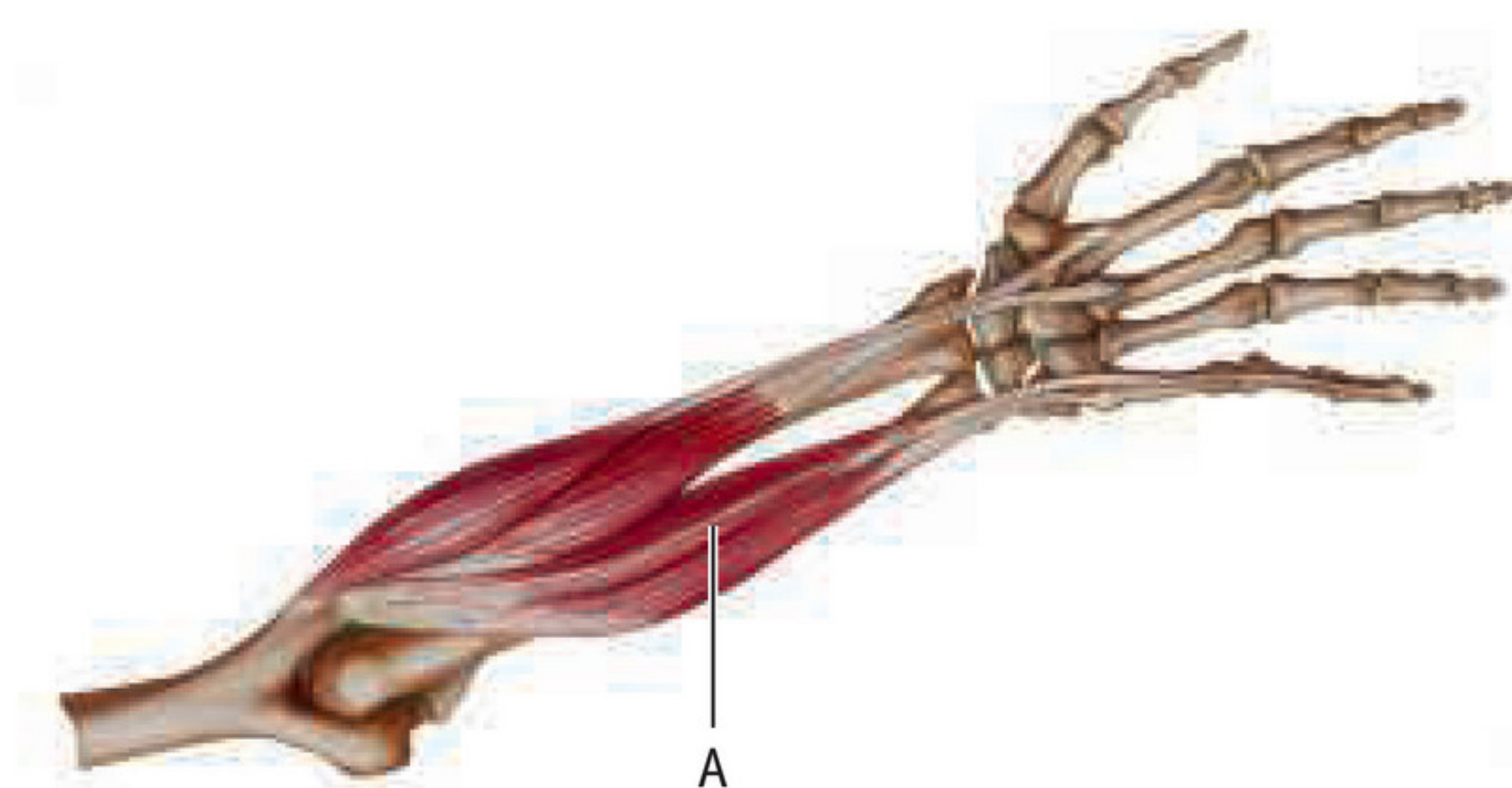
INZICHT

5

In afbeelding 8 zie je de botten en enkele spieren van de rechteronderarm.

- Zitten de spieren in de onderarm aan de kant van de handpalm (de binnenkant van de hand) of aan de kant van de handrug? Leg je antwoord uit.
- Welke beweging vindt plaats als spier A samentrekt?

Afb. 8



6

In afbeelding 9 zie je een kogelstoter die een kogel gaat wegstoten.

- In de rechterarm is voordat zij de kogel wil stoten, de *biceps* / *triceps* samengetrokken. Om de kogel weg te stoten, moet zij haar *biceps* / *triceps* samentrekken.
- Gebruikt deze kogelstoter meer langzame of meer snelle spiervezels? Leg je antwoord uit.

Afb. 9 Een kogelstoter.



7



Ook bij geledpotigen kunnen delen van het skelet zich ten opzichte van elkaar bewegen door gewrichten.

In afbeelding 10 zie je het pootgewricht van een zoogdier, in afbeelding 11 het pootgewricht van een geledpotige. Spier P is samengetrokken, spier Q is ontspannen.

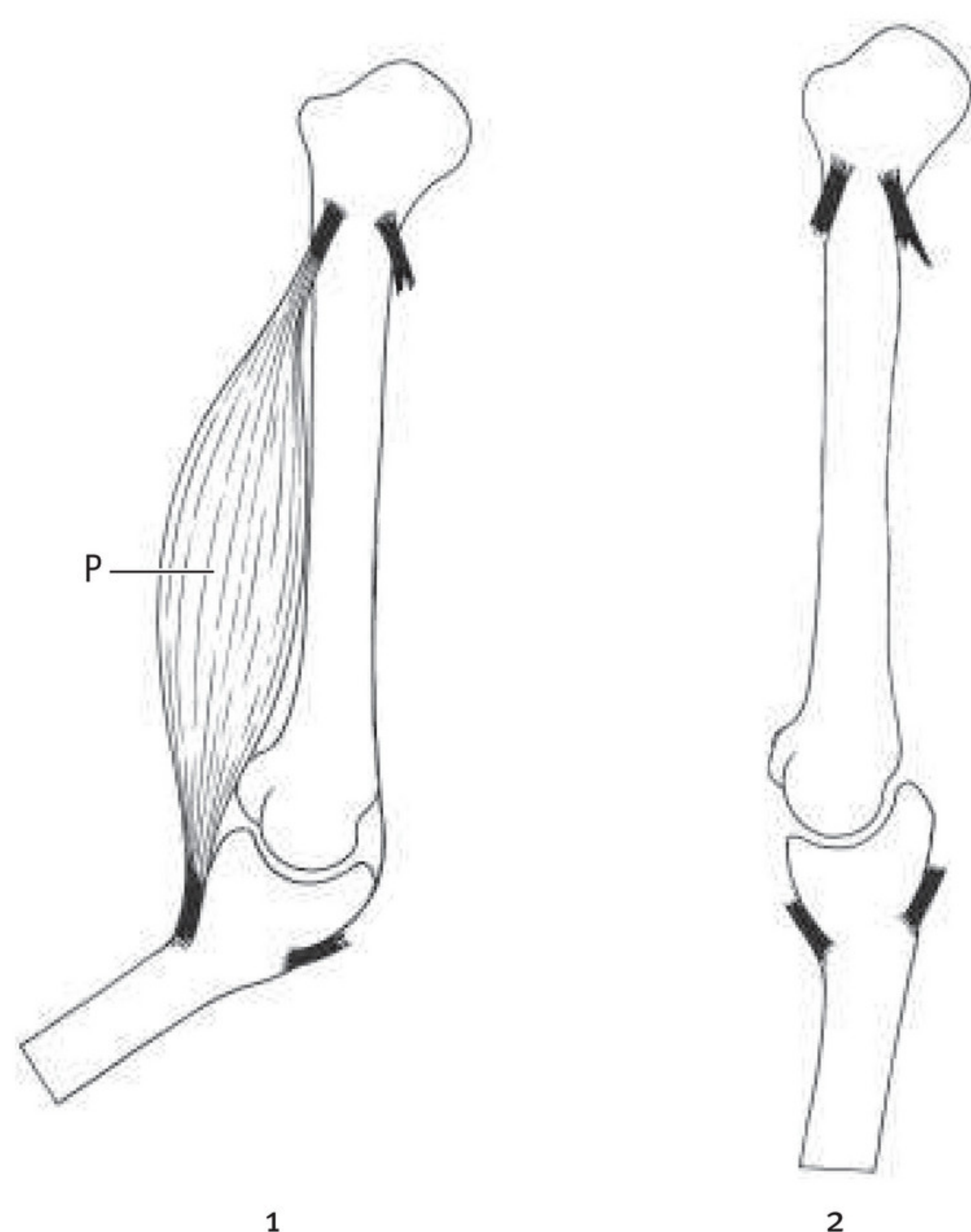
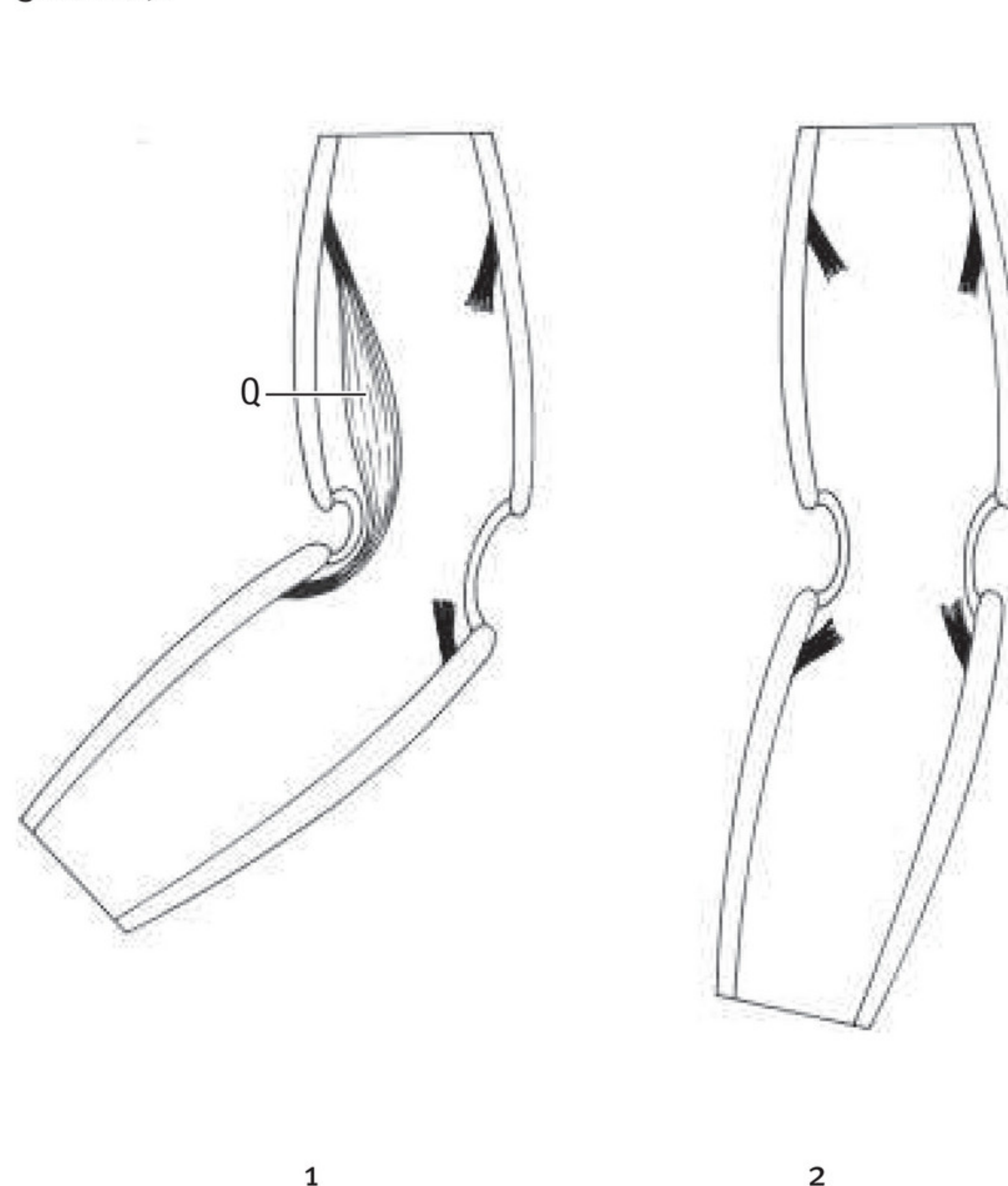
- Teken de antagonist van spier P. Denk aan de dikte van de spier. De pezen zijn al getekend.
- Teken de antagonist van spier Q.

In tekening 10.2 is de poot van het zoogdier gestrekt.

- Teken de spieren in deze poot. Denk aan de dikte van de spieren.

In tekening 11.2 is de poot van de geledpotige gestrekt.

- Teken de spieren in deze poot.

Afb. 10 Pootgewricht van een zoogdier (gebogen en gestrekt).**Afb. 11** Pootgewricht van een geleedpotige (gebogen en gestrekt).

8

Orgaanspieren raken minder snel vermoeid dan skeletspieren.

- a Leg uit waarom dat gunstig is.
- b FSHD (facio scapulohumerale spierdystrofie) is een spierziekte waarbij spierweefsel steeds zwakker wordt. Mensen die FSHD hebben, zijn vaak niet in staat om te fietsen, zich aan te kleden, te glimlachen of de trap op te lopen. Bij de meeste mensen leidt de ziekte niet tot vroegtijdig overlijden.

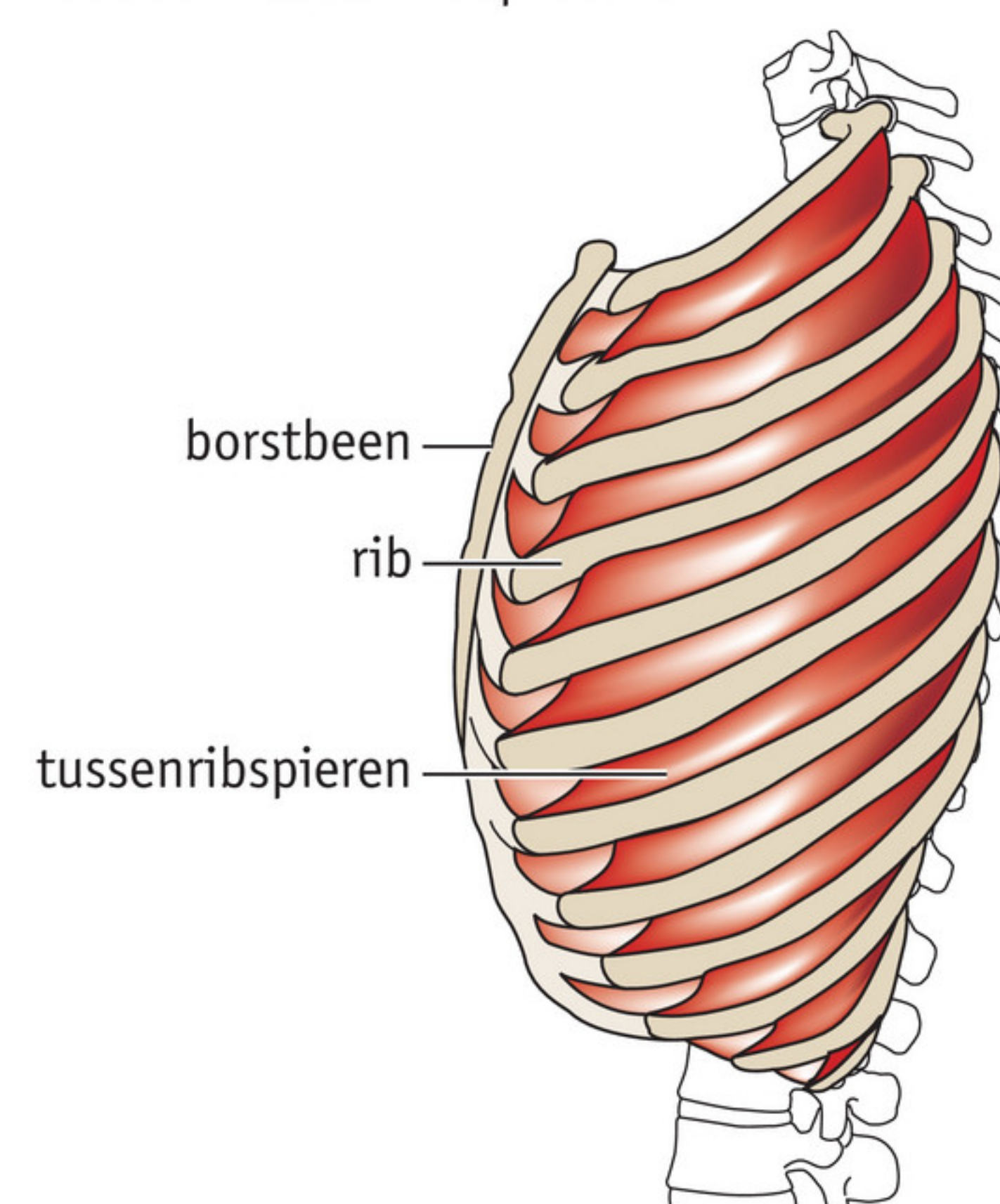
Welk(e) spierweefsel(s) wordt of worden aangetast bij FSHD?

dwarsgestreept spierweefsel / glad spierweefsel / hartspierweefsel

+ 9

In afbeelding 12 zie je de tussenribspieren. Deze spieren gebruik je bij de ademhaling.

- a Uit welk type spierweefsel bestaan de tussenribspieren? Leg je antwoord uit.
- b Is ademen een bewuste beweging? Leg je antwoord uit.
- c De tussenribspieren hebben dezelfde bouw en functie als skeletspieren. Toch worden ze ingedeeld bij de onwillekeurige spieren (de spieren voor onbewuste bewegingen). Leg dat uit.

Afb. 12 Tussenribspieren.

SAMENHANG beroep

SPORTARTS

Bernard te Boekhorst is sportarts bij het Sport Medisch Adviescentrum in Amersfoort. ‘Mensen komen onder andere bij me voor sportkeuringen, blessures en trainingsbegeleiding. Ik voer ook inspanningstesten uit op een fiets of een loopband waarbij ik onderzoek hoe de hartslag en de ademhaling reageren tijdens de inspanning. Ik voer spier- en gewrichtstesten uit om te controleren of er beperkingen zijn die de oorzaak zijn van een blessure. Met klachten die je beperken in je sportbeoefening, kun je ook bij mij terecht. Zo’n blessureconsult bestaat uit een analyse van je klacht(en) en een uitgebreid lichamelijk onderzoek. Ik stel daarna een diagnose en adviseer over een eventuele vervolgbehandeling, over aanpassingen van materiaal of over trainingsschema’s. Regelmatig stuur ik mensen door naar een (sport-) fysiotherapeut, orthopeed, radioloog of cardioloog. Het is een mooi beroep. Door de juiste diagnoses te stellen, goed te adviseren, met de cliënt de juiste sport te kiezen en hem of haar op de juiste wijze te laten trainen, kunnen mijn cliënten op hun eigen niveau (blijven) sporten/bewegen en het beste uit zichzelf halen.’

Afb. 13 Bernard te Boekhorst.



10

Lees de tekst ‘Sportarts’.

Soms laat Bernard oefeningen doen op een balance board om de balans en bepaalde spieren te testen. Zo’n oefening is bijvoorbeeld: ‘Ga recht voor het balance board staan. Plaats je linkervoet op het balance board en vervolgens de rechtervoet. Zorg ervoor dat de uiteinden van het balance board de grond niet raken door je evenwicht te zoeken. Houd tijdens de oefening de rug goed recht en plaats de handen op de heupen.’

- a Welke spieren worden *niet* gebruikt bij deze oefening?
 - ☐ A achterste dijbeenspier
 - ☐ B biceps
 - ☐ C bilspieren
 - ☐ D buikspier
 - ☐ E kuitspier
 - ☐ F rugspieren
 - ☐ G triceps
 - ☐ H voorste dijbeenspier
- b Sportartsen hebben het over de ‘harde’ en ‘zachte’ delen van het bewegingsapparaat. Wat zijn de harde delen?
- c Welke delen van het gewricht zijn stijf als een gewricht moeilijker kan bewegen?
- d De achillespees verbindt de kuitspier met de hiel. Deze pees kan scheuren. Om erachter te komen of de achillespees van een sporter is gescheurd, kan Bernard een test doen. Hij laat de cliënt op een massagetafel knielen met de voet hangend naar beneden. Dan knijpt hij in de kuitspier.
Zal de voet bewegen als de achillespees is gescheurd? Leg je antwoord uit.
- e Leg uit dat bij volledige afscheuring van de achillespees de kuitspier verschuift richting de knieholte.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

5 De wervelkolom

LEERDOEL

4.5.11 Je kunt aangeven wat een goede lichaamshouding is en waarom deze belangrijk is.

- Leren onderzoeken 3
- Practica 5 en 6

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	4.5.11	4.1.2*	4.1.3*	4.4.9*
Onthouden	1abc			
Begrijpen	1de, 2, 3			
Toepassen	4, 5abc, 6, 10d	7c		
Analyseren	5d, 7a, 8, 9, 10abc		7b	7b, 10b

*Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Een goede lichaamshouding vermindert de kans op klachten. De wervelkolom en de rugspieren werken daarbij samen.

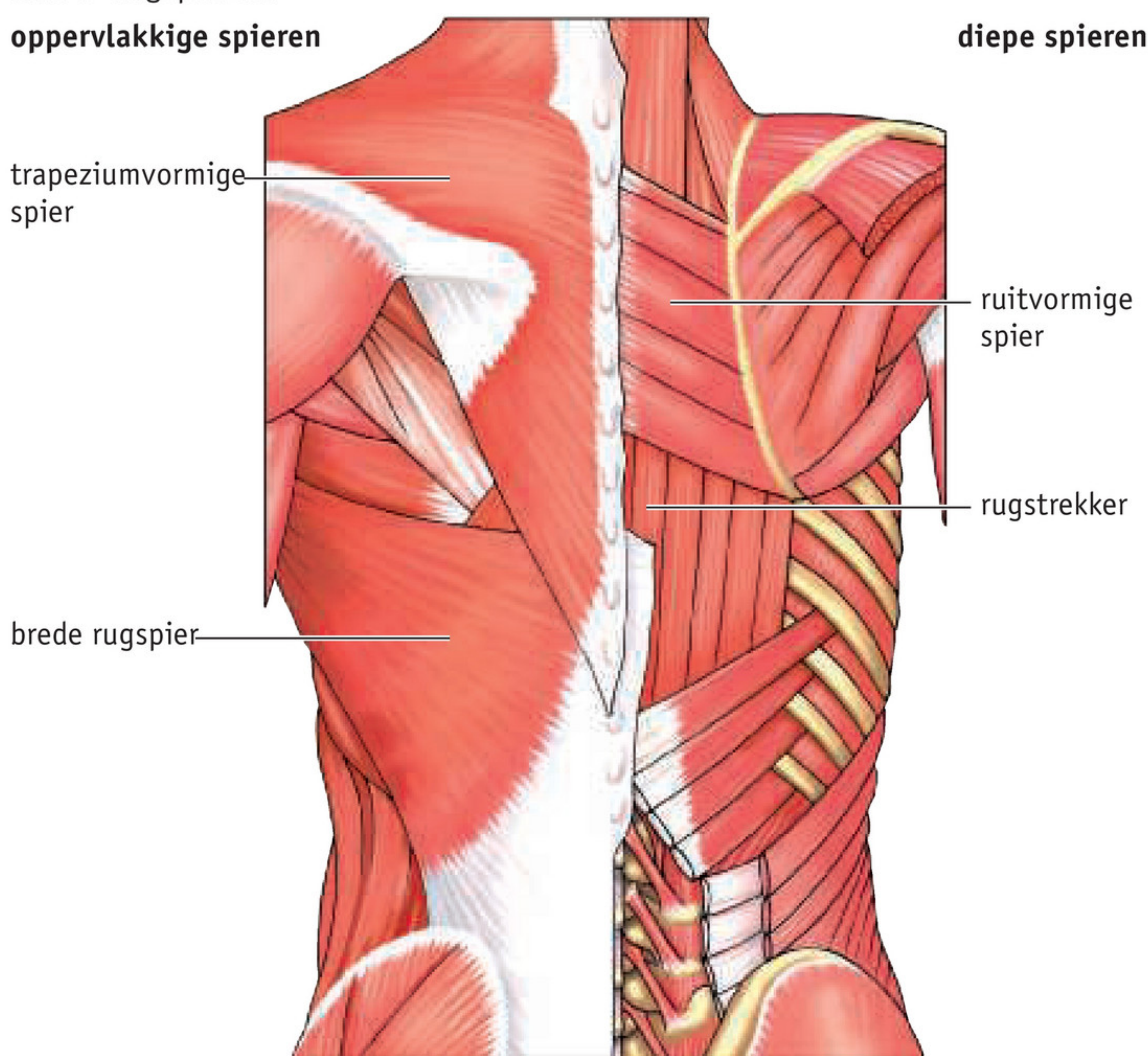
DUBBELE-S-VORM

De wervelkolom is opgebouwd uit ruim 30 wervels, waarvan er 24 kunnen bewegen ten opzichte van elkaar. De vorm van de wervelkolom lijkt op tweemaal de letter S boven elkaar (zie de blauwe lijnen in afbeelding 1). Deze vorm heet daarom een **dubbele-S-vorm**. De rugspieren die aan de wervels zijn bevestigd, houden deze vorm in stand (zie afbeelding 2).

Afb. 1 Dubbele-S-vorm.

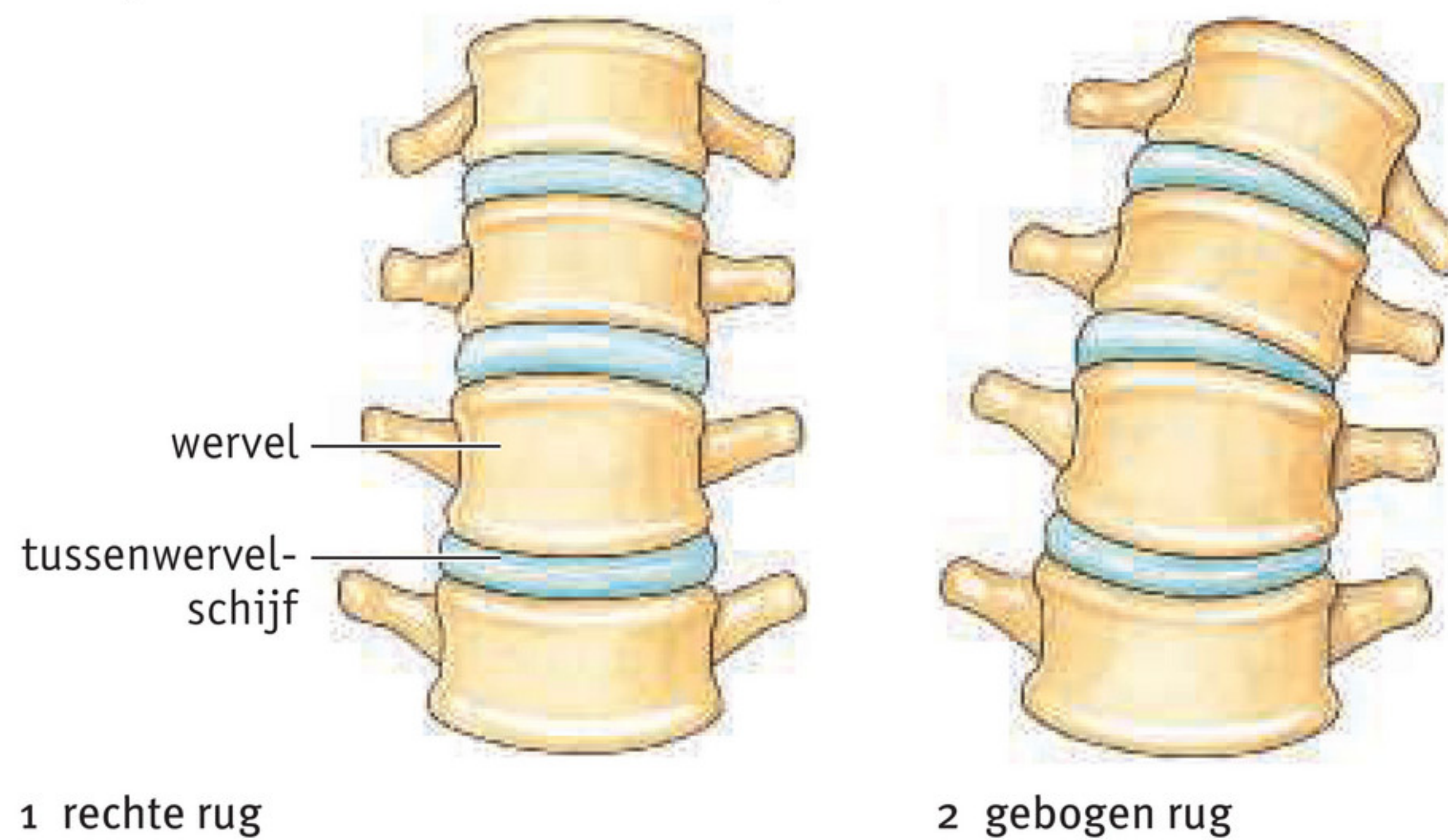


Afb. 2 Rugspieren.
oppervlakkige spieren



De wervels zijn verbonden door kraakbeen. De schijfjes kraakbeen tussen de wervels heten **tussenwervelschijven** (zie afbeelding 3). De tussenwervelschijven werken als een soort schokbrekers en maken het buigen van de wervelkolom mogelijk. Een tussenwervelschijf bestaat uit een **geleiachtige kern** die is omgeven door kraakbeen. Vooral de geleiachtige kern geeft een tussenwervelschijf zijn veerkracht.

Afb. 3 Wervels en tussenwervelschijven.



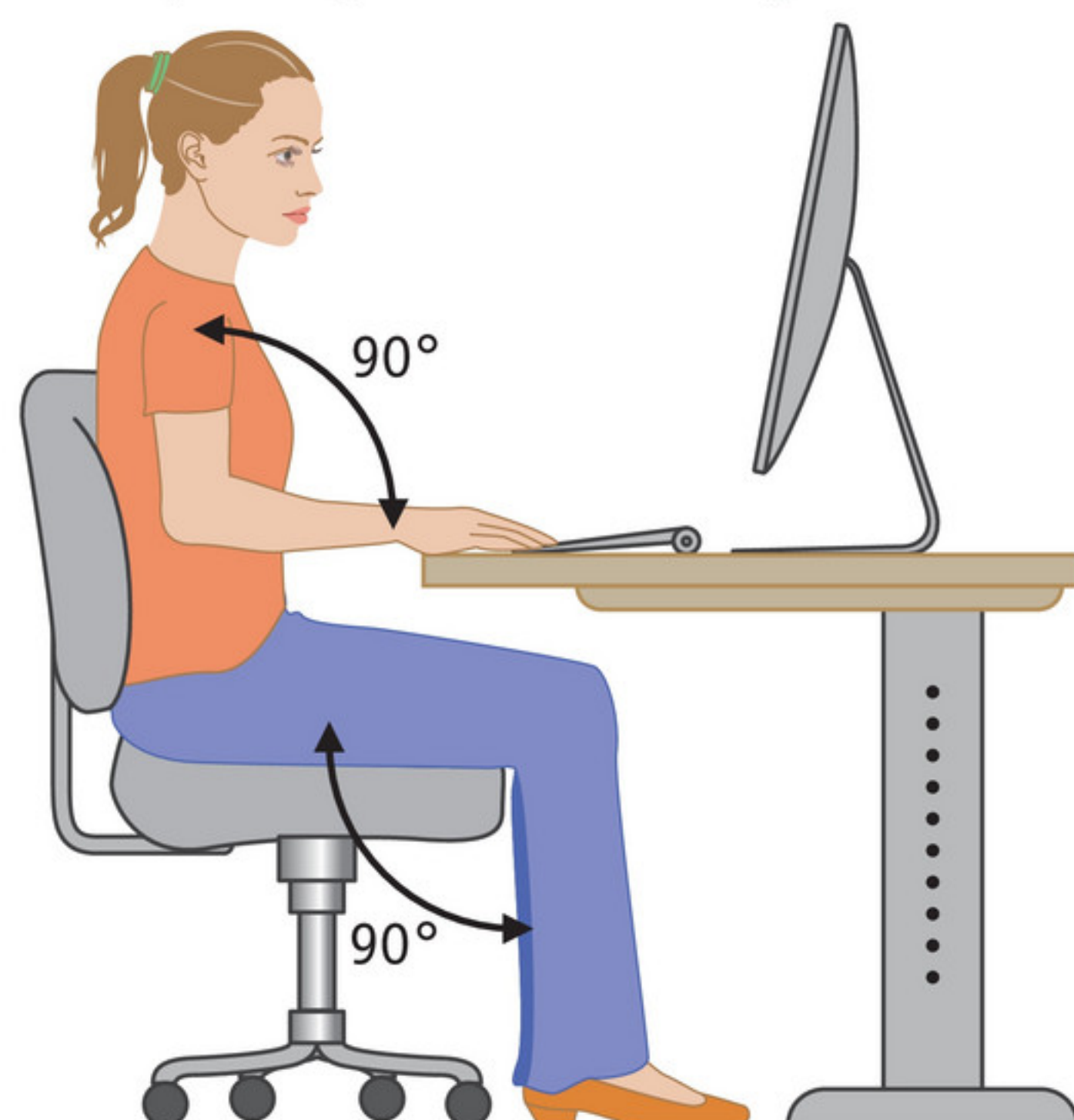
LICHAAMSHOUDING

De manier waarop je staat en zit, is je **lichaamshouding**. Bij een goede lichaamshouding is je rug recht. Je wervelkolom heeft dan een dubbele-S-vorm. De lichaamshouding ontstaat als iemand nog jong is. Later kun je je lichaamshouding niet gemakkelijk meer veranderen.

Met een goede lichaamshouding kun je beter bewegen. Een goede houding voorkomt dat de rugspieren en de tussenwervelschijven ongelijk worden belast, waardoor rugklachten kunnen ontstaan. Een goede lichaamshouding kan je bovendien meer zelfvertrouwen geven.

Door een verkeerde lichaamshouding kun je pijn krijgen, bijvoorbeeld in je rug of je schouders. Als je aan een tafel werkt, is ook de houding van je armen en benen belangrijk. In afbeelding 4 zie je een goede **zithouding**. De armen en benen maken een rechte hoek.

Afb. 4 Een goede zithouding.

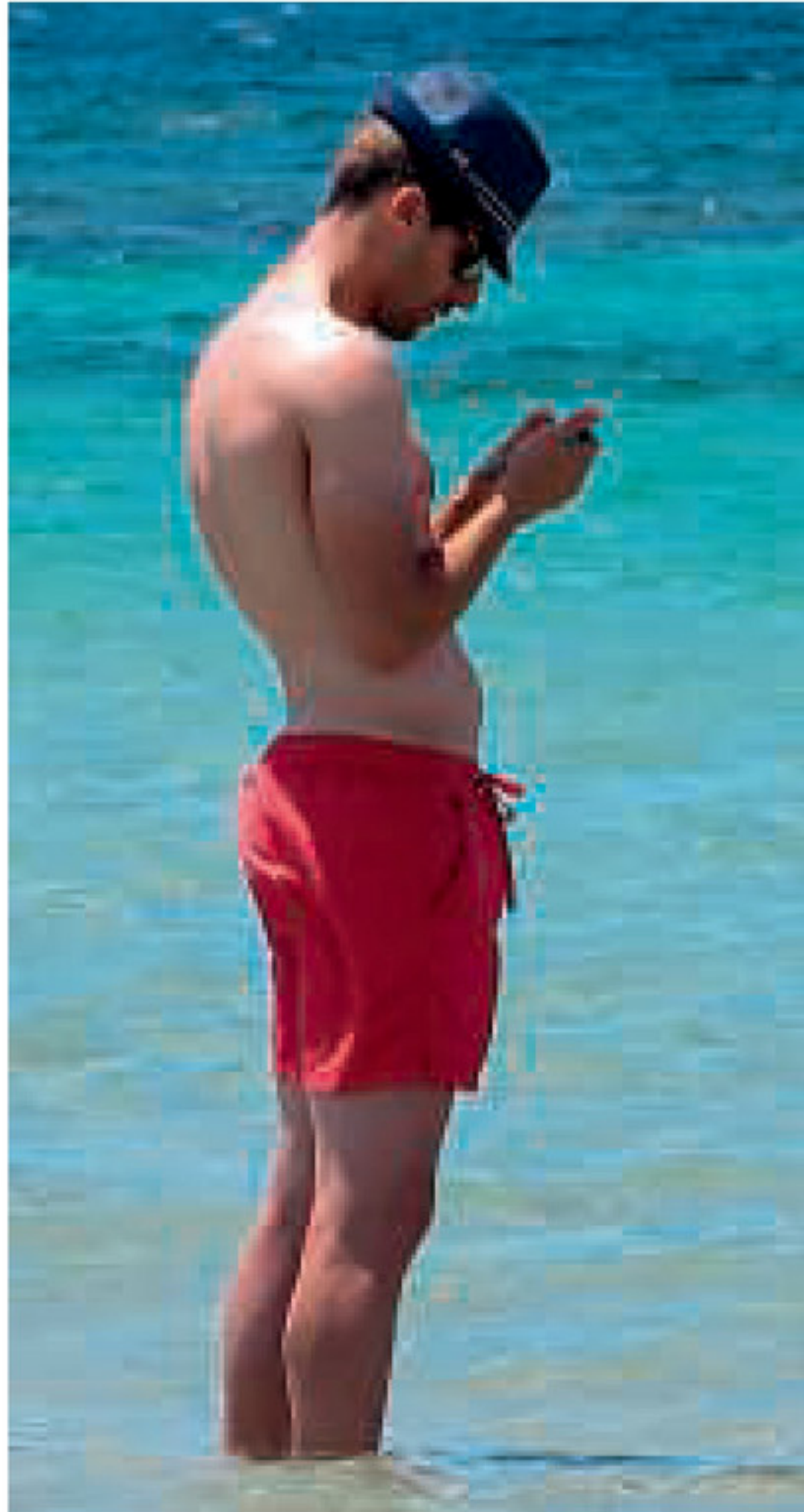


BEELDSCHERM GEBRUIKEN

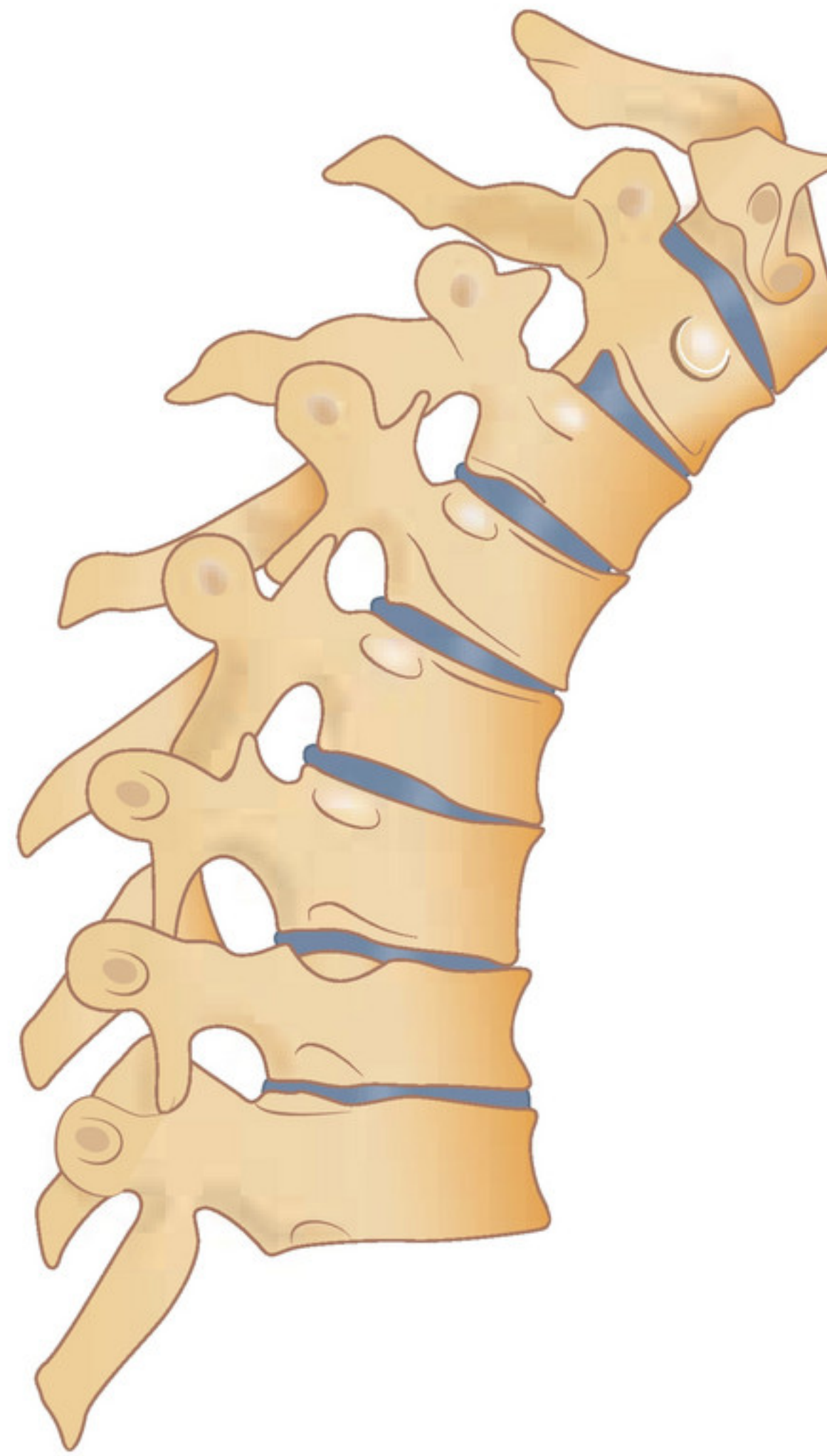
Bij gebruik van een telefoon, tablet of gameboy kijk je vaak naar beneden (zie afbeelding 5.1). Door altijd met je hoofd voorover naar je scherm te kijken, kun je een **bochel** krijgen. Zo'n vergroeide rug wordt een gameboyrug of tabletnek genoemd. De

tussenwervelschijven worden aan één kant te veel samengedrukt (zie afbeelding 5.2), waardoor ze hun veerkracht verliezen en de rug kromgroeit. Beter is het om je hoofd recht te houden, met het scherm voor je. In afbeelding 6 staan meer tips voor goed gebruik van een beeldscherm.

Afb. 5 Kromgebogen naar je scherm kijken is slecht voor je rug.



1

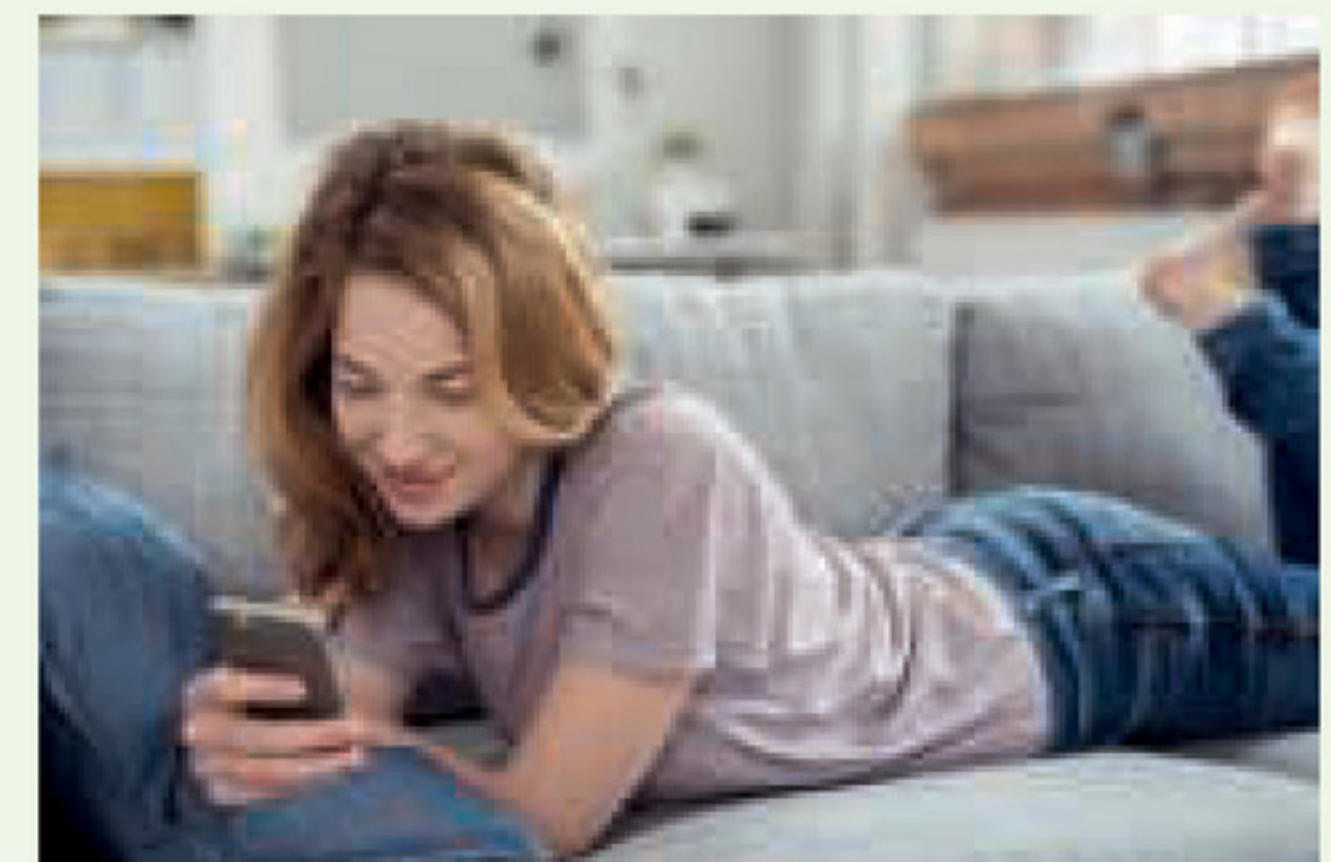


2

Afb. 6

Tips voor goed gebruik van een beeldscherm

- 1 Houd je hoofd rechtop. Zet het beeldscherm rechtop, of houd het recht voor je.
- 2 Gebruik het scherm niet langer dan een halfuur. Ga dan tien minuten iets anders doen.
- 3 Ga op je buik liggen bij lezen, gamen, filmpjes kijken en ander telefoongebruik.
- 4 Ga voor op de stoel zitten. Steek één voet naar achteren, zodat je knie naar de grond wijst. Wissel af en toe.



TILLEN

Elke dag til je meerdere keren, bijvoorbeeld je schooltas. Ook bij tillen is het belangrijk dat de wervelkolom zijn dubbele-S-vorm houdt. In afbeelding 7 zie je de regels voor goed tillen.

Afb. 7

Tien regels voor goed tillen

- 1 Buk en til niet onnodig.
- 2 Gebruik hulpmiddelen.
- 3 Til niet te veel ineens.
- 4 Zorg ervoor dat er niets in de weg staat als je gaat lopen.
- 5 Sta steeds recht voor de last.
- 6 Til nooit met gedraaide rug.
- 7 Til met twee handen en houd de last zo dicht mogelijk bij je lichaam.
- 8 Buig niet verder voorover dan noodzakelijk en gebruik ook je beenspieren.
- 9 Til niet met gestrekte armen en niet hoger dan schouderhoogte.
- 10 Luister naar je lichaam: neem signalen serieus. Je voelt zelf het beste wat je rug wel en niet kan hebben.

KENNIS

1

- a Welke twee functies hebben de tussenwervelschijven?
- b Wat wordt bedoeld met 'lichaamshouding'?
- c Een goede houding zorgt ervoor dat de rugspieren en de tussenwervelschijven *gelijk / ongelijk* worden belast. Dit leidt tot *meer / minder* rugklachten.
- d In afbeelding 8 zit dezelfde vrouw in twee verschillende zithoudingen. Wat is een goede zithouding? Leg je antwoord uit.
- e Als je langdurig met een kromme rug zit, is dat een belangrijke risicofactor voor het ontstaan van lage rugklachten. Leg dit uit.

Afb. 8 Zithouding.

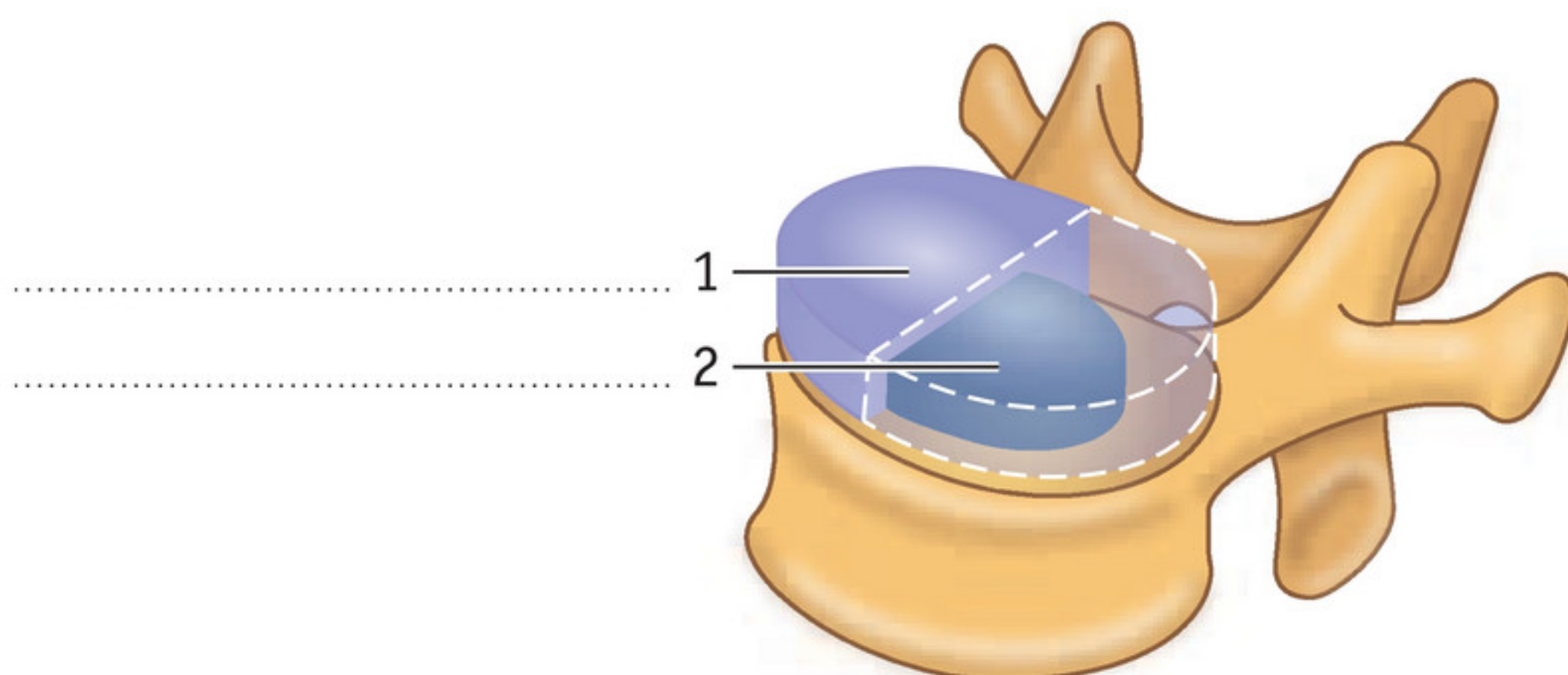


2

In afbeelding 9 zie je een schematische tekening van een stukje van de wervelkolom.

- a Zet de namen bij de genummerde delen.
- b De schijven tussen de wervels bestaan uit
- c De wervels hebben grote uitsteeksels.
Welke functie hebben deze uitsteeksels?

Afb. 9 Wervel en tussenwervelschijf.



3

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van deze basisstof. Beantwoord daarvoor de vragen.

- Wat is de vorm van de wervelkolom en hoe is de wervelkolom opgebouwd?
- Wat is de lichaamshouding?
- Wat is het kenmerk van een goede lichaamshouding?
- Wat is het kenmerk van een goede zithouding?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

INZICHT

4

In afbeelding 10 staan tien tekeningen over tillen. Soms geven deze tekeningen de goede houding weer, soms niet.

Welke tekeningen geven een verkeerde manier van tillen weer? Leg je antwoord uit.

1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10

Afb. 10 Verschillende houdingen bij het tillen.



5

- Max moet van zijn vader enkele planken verven. Hij legt ze op de grond met oude kranten eronder. Hij staat naast de planken terwijl hij verft. Is dit een goede manier van werken? Leg je antwoord uit.
- Wat kan Max beter doen?
- In afbeelding 11 zie je een man die de vloer veegt. Is dit een goede manier van werken? Leg je antwoord uit.
- Waardoor is een lange autorit niet goed voor de rug?

Afb. 11 Schoonmaker aan het werk.



6

In een restaurant is veel afwas en daarom hebben veel restaurants een vaatwasmachine.

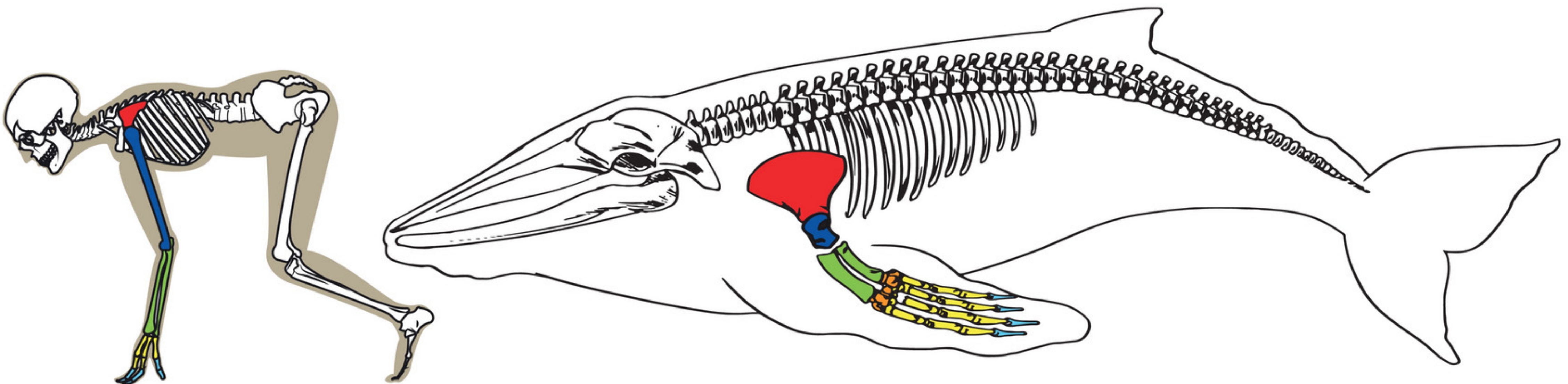
- a** Wat zou voor de rug van de keukenmedewerkers een verstandige keuze zijn: de vaatwasmachine plaatsen onder het aanrecht of op het aanrecht? Leg je antwoord uit.
- b** Waarom is bukken, vooral tijdens het tillen, niet goed voor je rug?
- c** Waarom is het belangrijk om bij het tillen je rug zo recht mogelijk te houden?
- d** Stefan moet een zware boekendoos optillen.
Hoe kan hij dat het best doen? Leg je antwoord uit.

7

In afbeelding 12 zie je een skelet van een mens en een potvis. Een potvis is een zoogdier dat in de zee leeft.

- a** Leg uit waarom de wervelkolom van de potvis geen dubbele-S-vorm heeft.
- b** Waarom heeft een potvis in de voorpoten dikkere botten dan een mens in zijn armen?
- c** Doordat een potvis in het water zwemt, heeft hij enkele botten niet die mensen wel hebben.
Welk botten zijn dat?

Afb. 12 Skelet van een mens en een potvis.



8

Leg uit waarom ruggenwervels groter zijn naarmate ze lager in de rug liggen.

+ 9

In afbeelding 6 staan vier tips voor goed beeldschermgebruik.

- a** Als je televisie kijkt in de woonkamer, kun je dat zittend op de bank doen of op je buik liggend op de grond. Leg uit wat beter is.
- b** Wat is beter als je filmpjes kijkt op je telefoon: zittend op de bank of liggend op je buik? Leg je antwoord uit.
- c** Voer tip 4 uit door voor op de stoel te zitten. Steek één voet naar achteren, zodat je knie naar de grond wijst.
Leg uit waarom tip 4 leidt tot een betere lichaamshouding.

SAMENHANG leefwereld

RUGKLACHTEN

Bij rugklachten denk je misschien aan oudere mensen. Toch zijn er veel jonge mensen met rugklachten. Dat komt doordat jongeren te veel onderuitgezakt op de bank zitten in plaats van te bewegen.

Door veel te bukken, onderuitgezakt zitten, te weinig beweging of slijtage kan er een zwakke plek ontstaan in het kraakbeen van de tussenwervelschijf. Als dan door een verkeerde beweging veel druk op de kern komt, kan de geleïachtige kern via de zwakke plek gaan lekken. Dit heet een hernia. De naar buiten gedrukte gel drukt tegen een zenuw. Dat veroorzaakt pijn in de rug of de benen.

Door je rug regelmatig op de goede manier te belasten voorkom je rugproblemen. Dit doe je door te lopen of te fietsen. Dat maakt de tussenwervelschijven sterker, waardoor ze minder snel scheuren. Je buik- en rugspieren trainen helpt ook bij het voorkomen van rugproblemen.

Afb. 13 Ruggenwervel met lekkende tussenwervelschijf.



10

Lees de tekst 'Rugklachten'.

Bij jongeren is de gel in de tussenwervelschijven vloeibaarder dan bij oudere mensen.

- a** Leg uit hoe dit de kans op een hernia bij jongeren vergroot.
- b** Een rechte rug zorgt voor een betere belasting van de wervelkolom.
Waarom is het daarbij niet voldoende om alleen de rugspieren te trainen?
- c** Leg uit dat juist in de onderrug de meeste hernia's voorkomen.
- d** Een ander voorbeeld van rugklachten is spit. Spit ontstaat door verkrampde spieren.
Hoe zou je spit kunnen voorkomen? Beschrijf twee mogelijkheden.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

6 Gezond bewegen

LEERDOELEN

4.6.12 Je weet dat spieren sterker worden door training.

► Practica 7 en 8

4.6.13 Je kunt uitleggen dat lichaamsbeweging goed is voor je gezondheid.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	4.6.12	4.6.13	4.4.9*	4.4.10*	4.5.11*
Onthouden	3abc	1ab			
Begrijpen	3d, 5, 8a	1cd, 2, 4, 5, 8a			
Toepassen	6a, 7, 8bcd	7, 8bcd, 10cd	10a		10e
Analyseren	6bc, 9, 10b		10b	9, 10b	

*Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Bewegen is gezond. Je krijgt een goede conditie en beweging helpt om klachten te voorkomen. Goed bewegen leer je als je jong bent.

SPIEREN TRAINEN

De kracht van spieren neemt af als je ze niet gebruikt. Ongebruikte spieren worden dunner en zwakker. Bij bewegen en sporten gebeurt het omgekeerde. Als je je spieren vaak gebruikt, worden ze dikker. Ze kunnen dan meer kracht uitoefenen. Door training worden je spieren sterker (zie afbeelding 1).

LICHAAMSBEWEGING

Lichaamsbeweging is niet alleen goed voor de spieren, het geeft ook ontspanning. Daarom sporten veel mensen. Regelmatige lichaamsbeweging is goed voor de gezondheid. De lichamelijke **conditie** verbetert. Je kunt daardoor gemakkelijker, langer of sneller bewegen.

Bewegen is ook nodig voor een goede motorische ontwikkeling. Door voldoende beweging verbetert de **coördinatie**. Dat betekent dat verschillende spieren in het lichaam goed samenwerken, waardoor een beweging soepel verloopt. Ook de snelheid en de nauwkeurigheid van je bewegingen verbeteren door oefening of training.

Veel bewegingen leer je door ze vaak te herhalen. Een voorbeeld is fietsen. Als je dat eenmaal hebt geleerd, is de beweging opgeslagen in je **motorisch geheugen**. Deze vorm van geheugen zorgt voor de juiste coördinatie van een beweging, zonder dat je je spieren bewust aanstuurt. Als je eenmaal kunt fietsen, weet je lichaam precies wat het moet doen, zonder dat je daarover nadenkt. Een beweging die je kunt uitvoeren zonder erbij na te denken, noem je een **geautomatiseerde beweging**.

Afb. 1 Lichaamsbeweging op de fiets.



Afb. 2 Stilzitten is niet goed voor je lichaam.



SPIERPIJN

Als je ongetraind gaat sporten, kun je **spierpijn** krijgen. Spierpijn ontstaat vaak na een beweging die je niet gewend bent. Door de ongewone belasting ontstaan dan heel kleine beschadigingen in de spieren. Bij vaker trainen vermindert de kans op spierpijn. Doordat de spieren sterker worden, raken ze minder snel beschadigd.

Getrainde spieren leveren betere prestaties. Met getrainde spieren krijg je ook minder snel een **blessure**. Een blessure is een beschadiging van een spier, bot of gewricht.

Blessures kun je voorkomen door rekoefeningen en een goede warming-up en coolingdown te doen als je gaat sporten (zie afbeelding 3).

Afb. 3

Warming-up, rekoefeningen en coolingdown

Warming-up

Een warming-up begint meestal met warmlopen. Bij voetbal loop je bijvoorbeeld een paar rondjes om het veld. Daarna doe je wat oefeningen op dezelfde plaats. Door de warming-up stroomt er meer bloed naar de spieren. Daardoor worden de spieren warmer en krijgen ze meer zuurstof. Tussen de warming-up en de wedstrijd of de training zit maximaal een kwartier. Als dit langer duurt, zijn de spieren weer koud geworden.

Rekoefeningen

Na de warming-up kun je wat rekoefeningen doen. Welke rekoefeningen je doet, hangt af van je sport. De rekoefeningen bereiden je spieren voor op het werk dat ze moeten gaan doen. Bij een goede rekoefening rekken je spieren rustig en langzaam op. Bij een rekoefening ga je zo ver tot je een beetje spanning voelt in de spier, maar het mag geen pijn doen. Veren is niet goed, want daardoor vergroot je juist de kans op een blessure.

Coolingdown

Door sporten komen er afvalstoffen in je spieren. Bij een coolingdown stroomt het bloed sneller door je spieren, waardoor de afvalstoffen worden afgevoerd. Ze hopen zich dan niet op in de spieren.

Een coolingdown is het omgekeerde van de warming-up. Je begint met wat pittige oefeningen. Dan ga je het steeds rustiger aan doen. Een warme douche zorgt ook voor een goede doorbloeding van de spieren.

RSI

Als je langdurig een telefoon gebruikt of een game speelt, kun je pijn krijgen. Meestal is dat pijn in je schouder, arm of nek. Ook kun je hoofdpijn krijgen. De pijn ontstaat doordat je steeds dezelfde beweging herhaalt. De spieren in je arm en schouder zijn dan voortdurend gespannen, terwijl je lichaam bijna niet beweegt. Deze klachten worden **RSI** (*repetitive strain injury*) genoemd. Een andere naam hiervoor is KANS (klachten aan de arm, nek en/of schouders). Bij jongeren komt RSI vaak voor, doordat jongeren veel gebruikmaken van een telefoon, tablet, laptop, pc en gameconsole.

Bij beginnende RSI-klachten heb je last van tintelingen, vermoeidheid en gevoeligheid van je nek, schouder of arm. De klachten verdwijnen vanzelf door even te rusten. Wanneer je niet meer alleen tijdens de bewegingen zelf last hebt, maar ook op andere momenten, ben je een fase verder. Je herkent dit aan een snel opkomende pijn en stijfheid. Als je er niets tegen doet, kun je uiteindelijk continu pijn hebben.

Om RSI te voorkomen is het belangrijk dat je tussendoor regelmatig beweegt (zie afbeelding 2). Je kunt bijvoorbeeld om de twintig minuten een stukje gaan lopen of met je schouders draaien. Ook een goede houding en afwisseling in je houding verkleinen de kans op pijn.

KENNIS

1

- a Wat is coördinatie?
- b Wat is het motorisch geheugen?
- c Hoe komt het dat je niet telkens hoeft na te denken hoe je moet zwemmen?
- d Welke beweging is voor de meeste mensen niet geautomatiseerd?
 - ☐ A fietsen
 - ☐ B schrijven
 - ☐ C surfen
 - ☐ D veters strikken

2

- a Jetje heeft vijf jaar lang op hoog niveau getennist. Nu sport ze al een jaar niet meer. Wat is er in dat jaar gebeurd met haar coördinatie en conditie?
- b Zou ze nog steeds kunnen tennissen? Leg je antwoord uit.

3

- a Wat is een blessure?
- b Wanneer ontstaat spierpijn?
- c Leg uit dat vaker trainen de kans op spierpijn vermindert.
- d Wat gebeurt er met spieren die je lange tijd niet gebruikt?

4

- a Hoe ontstaat RSI?
- b Als je 20 minuten aan het appen bent en je wilt RSI voorkomen, kun je beter:
 - ☐ A 5 minuten je telefoon wegleggen en een boek lezen of huiswerk maken.
 - ☐ B 5 minuten met je telefoon gaan gamen.
- c Leg je antwoord van vraag b uit.

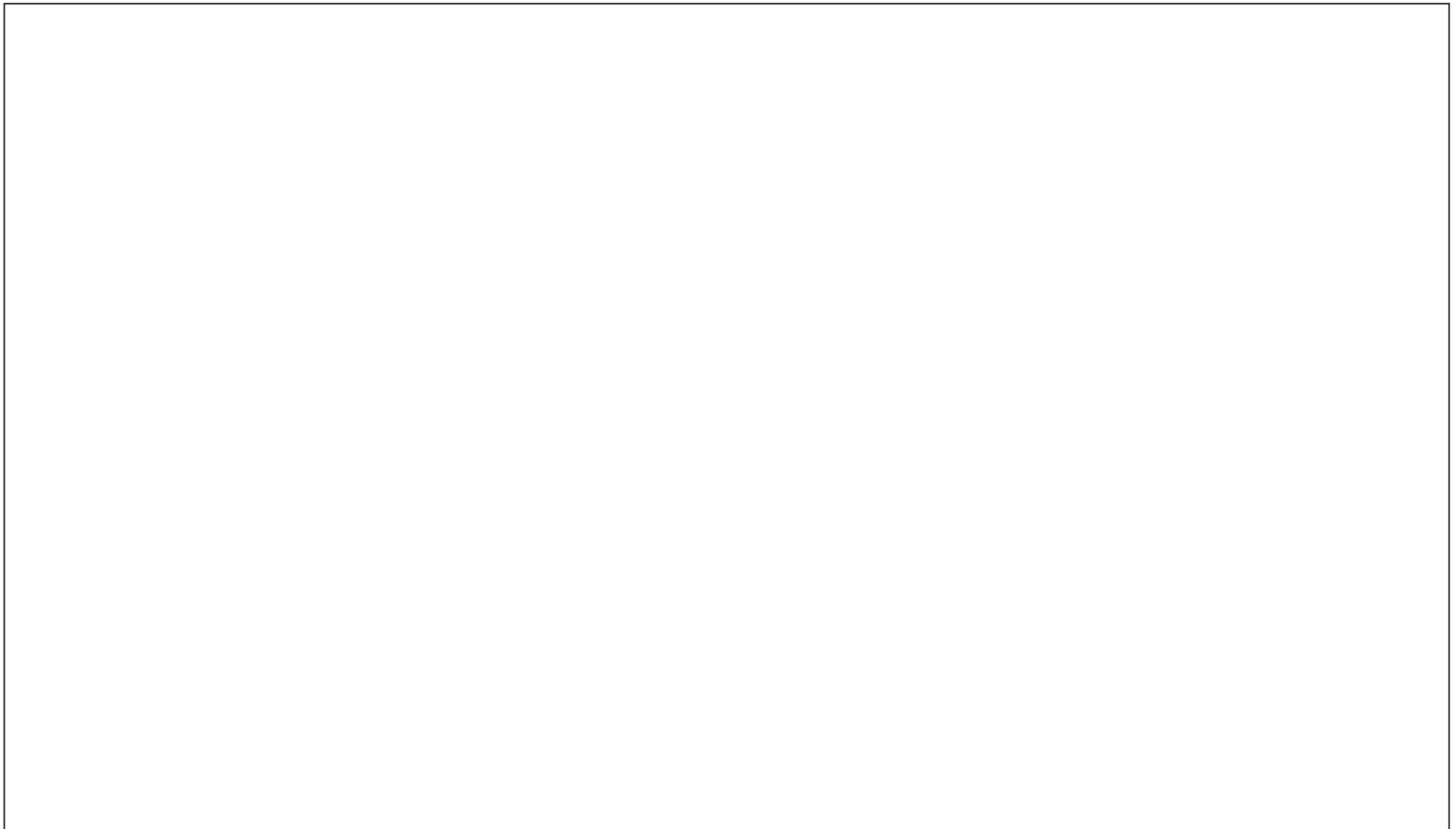
5

**Samenvatting**

Maak in het vak een samenvatting van deze basisstof met een woordweb. Gebruik de volgende begrippen: *blessures* – *motorisch geheugen* – *spieren* – *spierpijn* – *sterker* – *training*.

Lichaamsbeweging zorgt voor:

-
-
-
-
-
-



INZICHT

6

- a** Waarom hebben wielrenners vaak dunne armen en dikke bovenbenen?
- b** In afbeelding 4 zie je de Nederlandse astronaut André Kuipers die zojuist na weken teruggekeerd is uit de ruimte.
Leg uit waarom hij wordt gedragen.
- c** Als astronauten terugkomen op aarde, moeten ze eerst een tijdje herstellen en daarna rustig weer gaan trainen.
Leg voor beide maatregelen uit waarom ze nodig zijn.

Afb. 4 Astronaut André Kuipers.



7

Tijdens de warming-up en vooral tijdens een wedstrijd neemt de hartslag toe.

- a Door te gaan trainen, bijvoorbeeld hard te lopen, wordt je hart sterker.
Leg dat uit.
- b Kim wil vóór haar tenniswedstrijd rekoefeningen met haar kuitspieren doen.
Moet ze bij deze oefeningen op haar tenen gaan staan of juist op haar hele voetzool?
Leg je antwoord uit.

8

- a Leg uit dat veelvuldig gebruik van een telefoon, tablet, laptop, pc en gameconsole kan leiden tot RSI.
- b In de middeleeuwen werden boeken niet getypt of gedrukt, maar door monniken overgeschreven. Zij hadden soms last van 'schrijverskramp'.
Hoe zou je schrijverskramp nu noemen? Leg je antwoord uit.
- c Door een blessure aan de elleboog kunnen vioolspelers soms langer dan een jaar niet spelen.
Is zo'n blessure bij vioolspelers een voorbeeld van RSI? Leg je antwoord uit.
- d Wat kan een vioolspeler doen om de kans op deze blessure te verminderen?

+ 9

- a Een spiertje in de huid dat een haartje rechtop zet, kun je niet trainen.
Leg uit waarom niet.
- b Leg uit dat het ook niet nodig is om een spiertje van een haar te trainen.

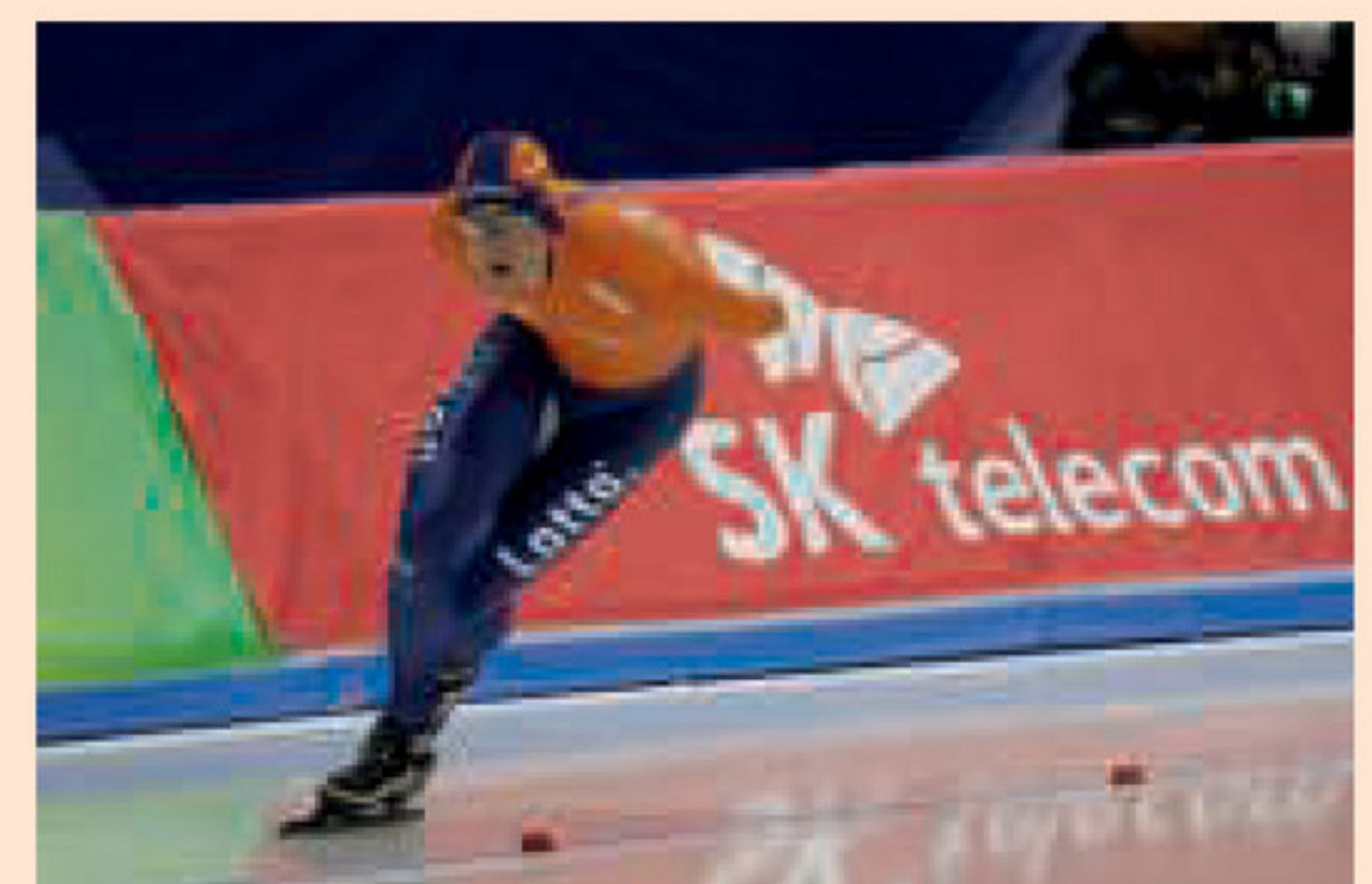
SAMENHANG leefwereld

SVEN KRAMER

De beste Nederlandse langebaanschaatser is ongetwijfeld Sven Kramer. In 2019 was hij al negen keer wereldkampioen allround geweest, meer dan welke schaatser ooit. Voor dit succes moet hij elke dag keihard trainen op de baan en in het krachthonk. Door training worden zijn spieren sterker en verbeteren zijn coördinatie en conditie.

De eerste seconden zijn belangrijk voor een goede rit. Sven traint daarom niet alleen om harder te kunnen schaatsen, maar ook om sneller te starten. Vlak voor de start is zijn lichaam in balans. Zodra hij het startschot hoort, loopt hij als het ware over het ijs, waarbij zijn schaatsen niet naar voren wijzen maar naar buiten. De eerste bewegingen zijn kort en krachtig, met het lichaam licht voorovergebogen. Geleidelijk gaat het lopen over in schaatsen, waarbij de ijzers van de schaatsen over het ijs glijden en hij zijn romp laag houdt. Na jaren van training hoeft hij daar niet meer bij na te denken.

Afb. 5 Sven Kramer.



10

Lees de tekst 'Sven Kramer'.

Een oefening bij krachttraining is het maken van *squats* (kniebuigingen) met een halter met zware gewichten op de nek.

- a Welk type spiervezels gebruikt Sven vooral bij die oefening? Leg je antwoord uit.
- b Welke spieren die belangrijk zijn bij het schaatsen, kan Sven niet trainen?
- c Leg uit dat coördinatie belangrijk is bij de start van een wedstrijdrit.
- d Is de start bij Sven een geautomatiseerde beweging? Licht je antwoord toe.
- e Sven heeft al jaren rugklachten.
Leg uit waardoor deze veroorzaakt worden.

Samenhang

SNURKENDE BULDOGS

Welke hond ziet er stoer en tegelijkertijd schattig uit? Grote kans dat je meteen aan de Engelse bulldog denkt. Zijn gespierde uiterlijk, het brede gerimpelde gezicht, de kleine oortjes en de typische krulstaart geven een Engelse bulldog een unieke uitstraling. Maar deze kenmerken hebben ook een keerzijde.

Bulldogs zijn al heel lang populair. In Engeland organiseerde men rond 1650 gevechten tussen honden en stieren, en bulldogs waren daarvoor heel geschikt. De honden hebben sterke kaken waarmee ze zich goed in de stieren konden vastbijten, en dankzij hun korte neus konden ze daarbij gewoon door blijven ademen. De huidplooien op het gezicht van de bulldog voerden zweet en bloed af, zodat die niet in de ogen, neus of mond van de hond kwamen.

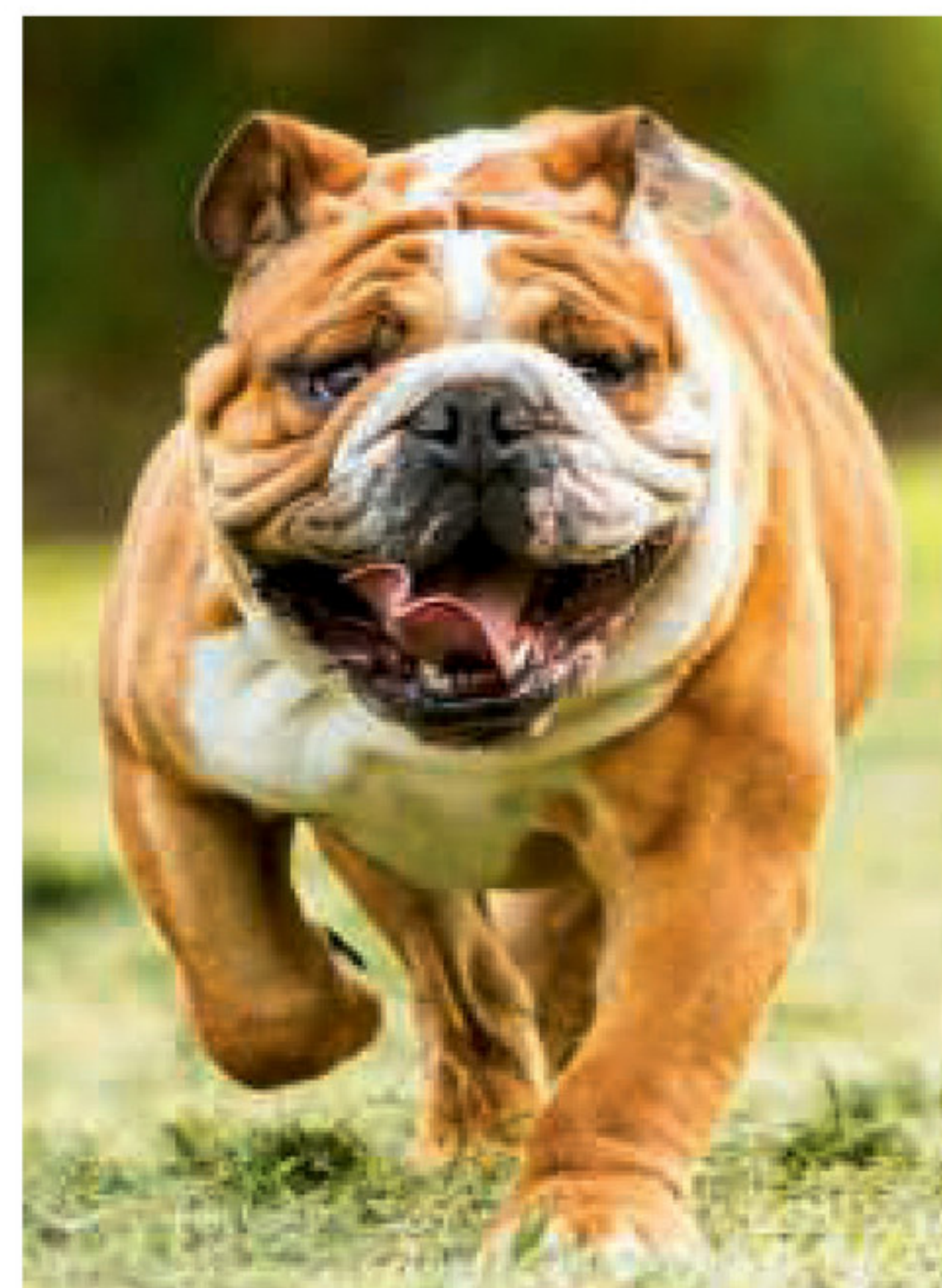
Nadat het honden-stierenvechten in 1800 in Engeland werd verboden, bleven de Engelsen de bulldog fokken om zijn uiterlijk. De gespierde bouw van de hond was in trek, maar op hondenshows keken mensen ook graag naar honden met een grappig uiterlijk. Daarom werden bulldogs gefokt met zo klein mogelijke oortjes, extra platte en gerimpelde gezichten en later ook met een krulstaart. Hoe overdrevener, hoe beter. Door bulldogs met mopshonden te kruisen werden de uiterlijke eigenschappen steeds extremer. Maar wat er grappig uit ziet, is niet altijd gezond.

LUCHTPROBLEMEN

Door hun platte snuit kunnen veel bulldogs slecht ademen. De neusgaten zijn smal en bijna platgedrukt. Hierdoor snurken bulldogs niet alleen veel en hard, maar slikken ze bij het eten ook veel lucht in. Daardoor hebben ze last van overmatige flatulentie (oftewel: ze laten een boel scheten). Verder zijn de heupen van veel bulldogs niet in orde: hun dijbenen schieten gemakkelijk uit de kom. Ook passen veel bulldogpups bij de geboorte niet door het bekken van de moederhond, waardoor ze met een keizersnede geboren moeten worden. En zelfs het krulstaartje van een bulldog is niet zo onschuldig als het lijkt. De krul wordt veroorzaakt door misvormde en vergroeide wervels, en er ontbreken acht tot vijftien staartwervels vergeleken met een normale hondenstaart. Ten slotte hebben bulldogs vaak hart- en leverproblemen.

Moderne Engelse bulldogs zijn dus vaak niet gezond. Gemiddeld leven ze daardoor maar zes tot acht jaar. Wetenschappers zijn bang dat het tij niet meer te keren is, want het is vrijwel onmogelijk om nog gezonde Engelse bulldogs te fokken. Dat komt doordat er nog maar heel weinig genetische variatie is binnen het ras. Het lijkt erop dat de Engelse bulldog ten onder gaat aan zijn eigen succes.

Afb. 1 Rennende bulldog.



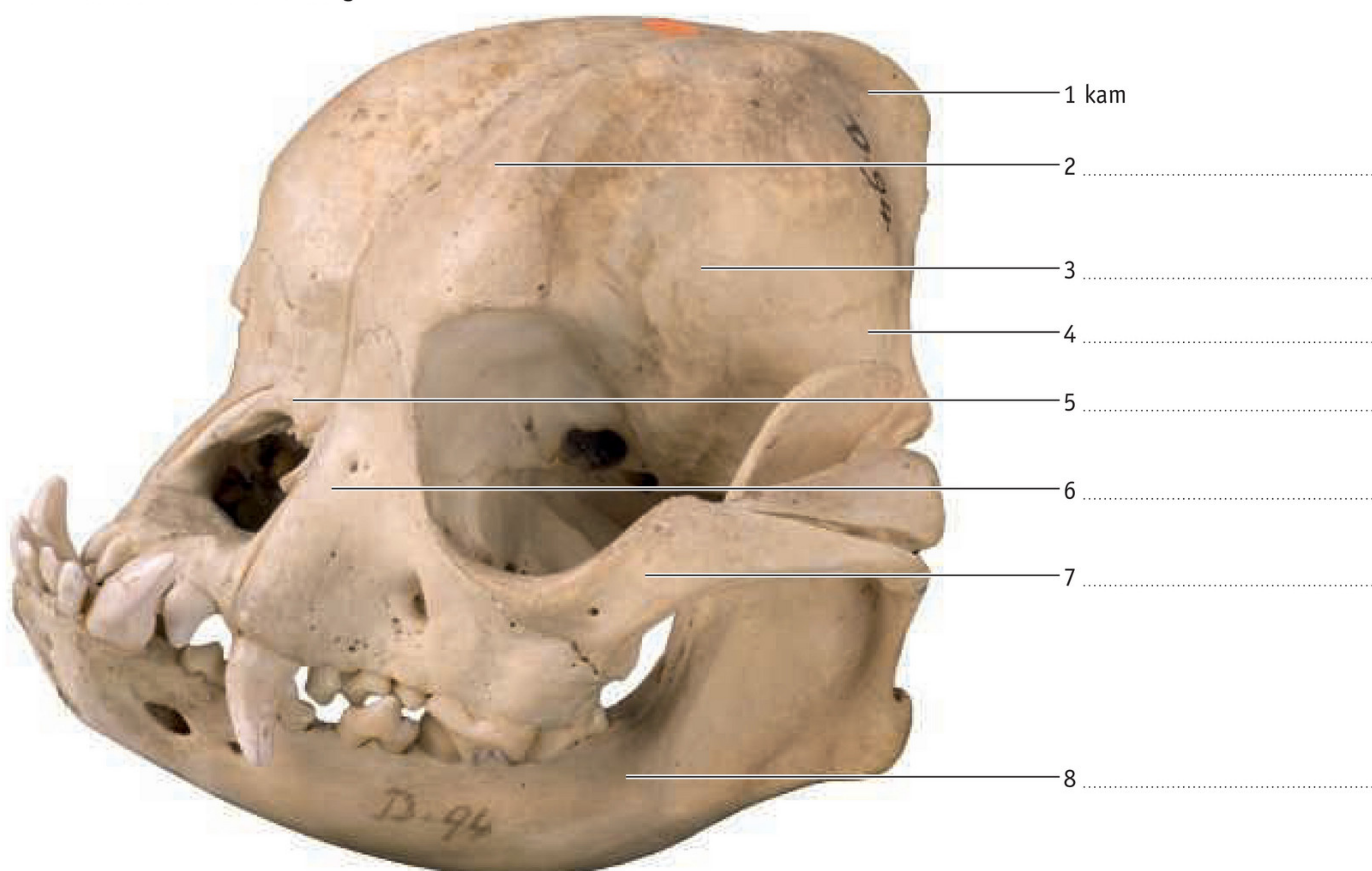
OPDRACHTEN

1

In afbeelding 2 zie je een schedel van een bulldog. Een bulldog heeft voor een groot deel dezelfde botten als een mens, en ook de ontwikkeling van het skelet bij het ouder worden verloopt min of meer op dezelfde manier.

- Zet de namen bij de genummerde botten. Gebruik daarbij: *bovenkaak – jukbeen – neusbeen – onderkaak – slaapbeen – voorhoofdsbeen – wandbeen*.
- Is deze schedel van een bulldogpuppy of een volwassen bulldog? Leg je antwoord uit.
- Bij hondenpuppy's is, net als bij mensenbaby's, het hoofd het breedste deel van het lichaam. Welk schedelbot zorgt ervoor dat veel bulldogpups bij de geboorte niet door het bekken van hun moeder heen passen, denk je?
- Op welke plaatsen komt kraakbeen voor in de kop van een bulldog? Noem minimaal drie plaatsen.

Afb. 2 Schedel van een bulldog.



2

- Op de achterkant van de schedel in afbeelding 2 zie je een uitsteeksel, ook wel *kam* genoemd. De kam is een aanhechtingsplaats voor de slaapspier, die ook vastzit aan de onderkaak.
Als de slaapspier zich aanspant, *opent* / *sluit* de kaak zich.
- Leg uit dat bulldogeigenaren in de zeventiende eeuw het liefst een bulldog met een grote kam hadden.
- Bevat de slaapspier vooral langzame spiervezels of snelle spiervezels? Leg je antwoord uit.
- Bulldogs kauwen graag op een bot. Je kunt bulldogs hiervoor bijvoorbeeld een dijbeen van een hert geven.
Welk soort of welke soorten merg bevat zo'n dijbeen? Leg je antwoord uit.
- Sommige bulldogeigenaren willen graag dat hun bulldog extra gespierd wordt. Daarom geven ze hun hond naast zijn normale voedsel ook voedingsmiddelen met veel eiwit, zoals eieren of yoghurt.
Waarom geven ze juist deze voedingsmiddelen?

3

De meeste honden hebben op een van hun chromosomen een stukje DNA met de basenvolgorde TGATGCCCCCCCCTCCAC. Engelse bulldogs hebben daar een andere volgorde, namelijk TGATGCCCCCCCCTCCAC. Dit verschil veroorzaakt de krulstaart bij de bulldog.

- a** Welk basenpaar ontbreekt in dit stukje DNA bij de bulldog?
- b** In welke levensfase van de Engelse bulldog zal dit stukje DNA het meest actief zijn?
 - ☐ A in de embryonale fase
 - ☐ B in de kinderfase
 - ☐ C in de puberteit
 - ☐ D in de volwassen fase
- c** Heeft een bulldog met een krulstaart meer of minder kraakbeen in zijn wervelkolom dan een gezonde hond? Leg je antwoord uit.
- d** Het ontstaan van een krulstaart bij bulldogs kan een gevolg zijn van fokken op de eigenschap 'platte neus'.
Wat kun je hieruit afleiden over de plaats op het DNA waar de erfelijke informatie voor deze twee eigenschappen is opgeslagen?

4

Door zijn nauwe neusopening kan een bulldog vaak slecht ademen.

- a** Leg uit dat de spieren van een bulldog hierdoor snel vermoeid raken.
- b** Bekijk afbeelding 1.
Noem minimaal drie spieren die de bulldog bij deze beweging gebruikt.
- c** Het is goed om met een bulldog te gaan wandelen, maar door een bulldog te veel lichaamsbeweging te geven, kan hij te zwaar worden. Hij krijgt dan meer last van ademhalings- en gewrichtsproblemen.
Leg uit hoe een bulldog te zwaar kan worden door te veel lichaamsbeweging.
- d** Veel bulldogs gaan weleens door hun heupen. De gewrichtskogel van het dijbeen schiet dan uit de gewrichtskom.
Waardoor zou dit kunnen komen? Bedenk bij elk deel een verklaring.
 - 1 kapselbanden:
 - 2 gewrichtskapsel:
 - 3 gewrichtskom:
- e** Zijn de sterke spieren van bulldogs vooral een gevolg van hun genen of van training?
Leg je antwoord uit.

7 Vorm en functie van botten

LEERDOEL

4.7.14 Je kunt het verband tussen de vorm en de functie van botten beschrijven.

► Practicum 9

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	4.7.14
Onthouden	
Begrijpen	
Toepassen	1, 2bcd, 3, 4a, 5, 6
Analyseren	2ae, 4b

De vorm van botten heeft te maken met de functie. Dieren hebben verschillende aanpassingen aan hun botten.

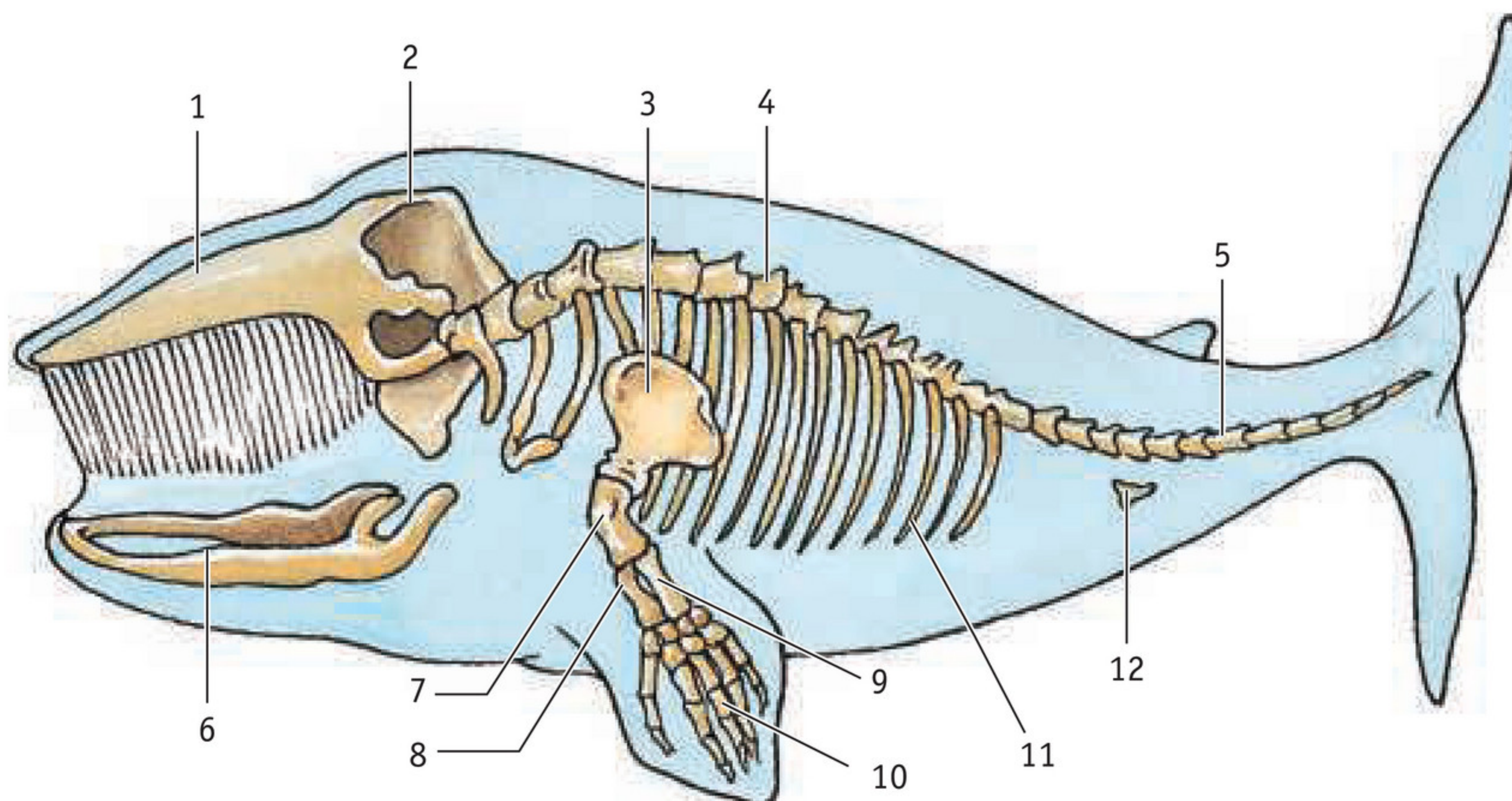
ZOOGDIEREN

Bij zoogdieren is er veel overeenkomst in de bouw van het skelet, maar er zijn ook verschillen. De verschillen hangen samen met verschillen in leefwijze. Een dolfijn heeft bijvoorbeeld een gestroomlijnd lichaam (zie afbeelding 1). Daardoor kan hij zich snel voortbewegen in het water. Andere dieren hebben weer andere aanpassingen aan hun skelet. In afbeelding 2 zie je skeletten van drie zoogdieren.

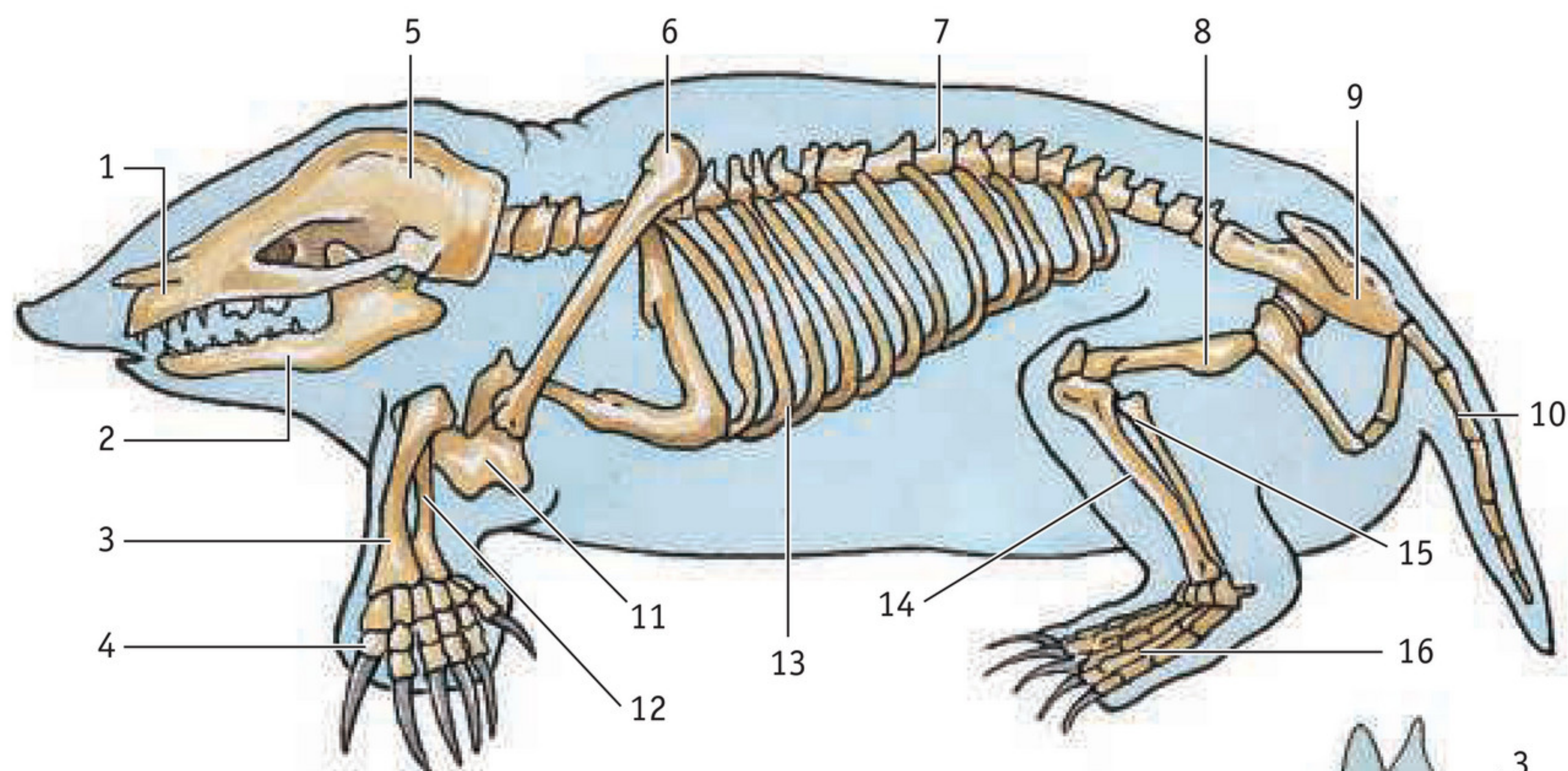
Afb. 1 Een gestroomlijnd lichaam.



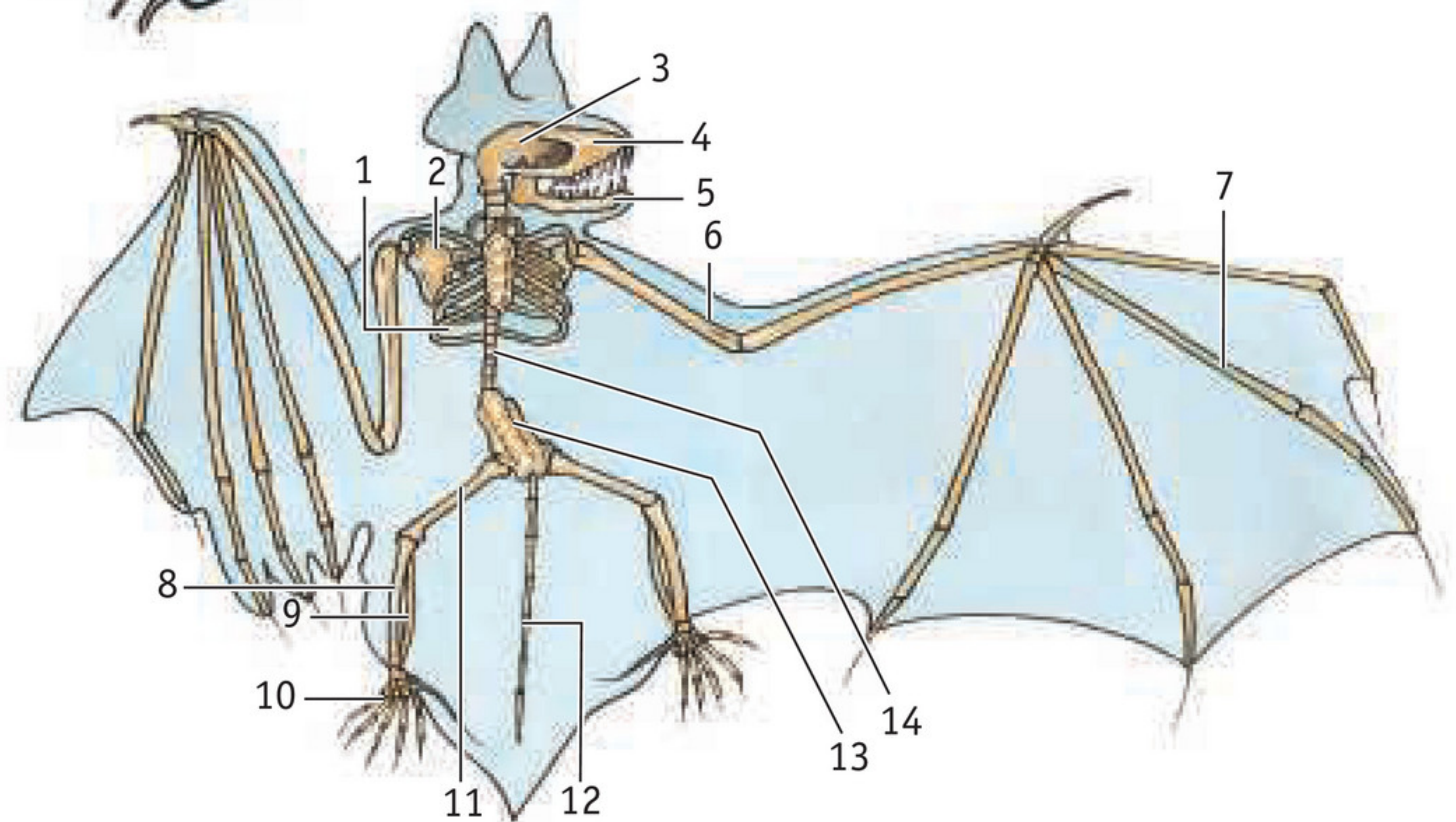
Afb. 2



1 walvis



2 mol

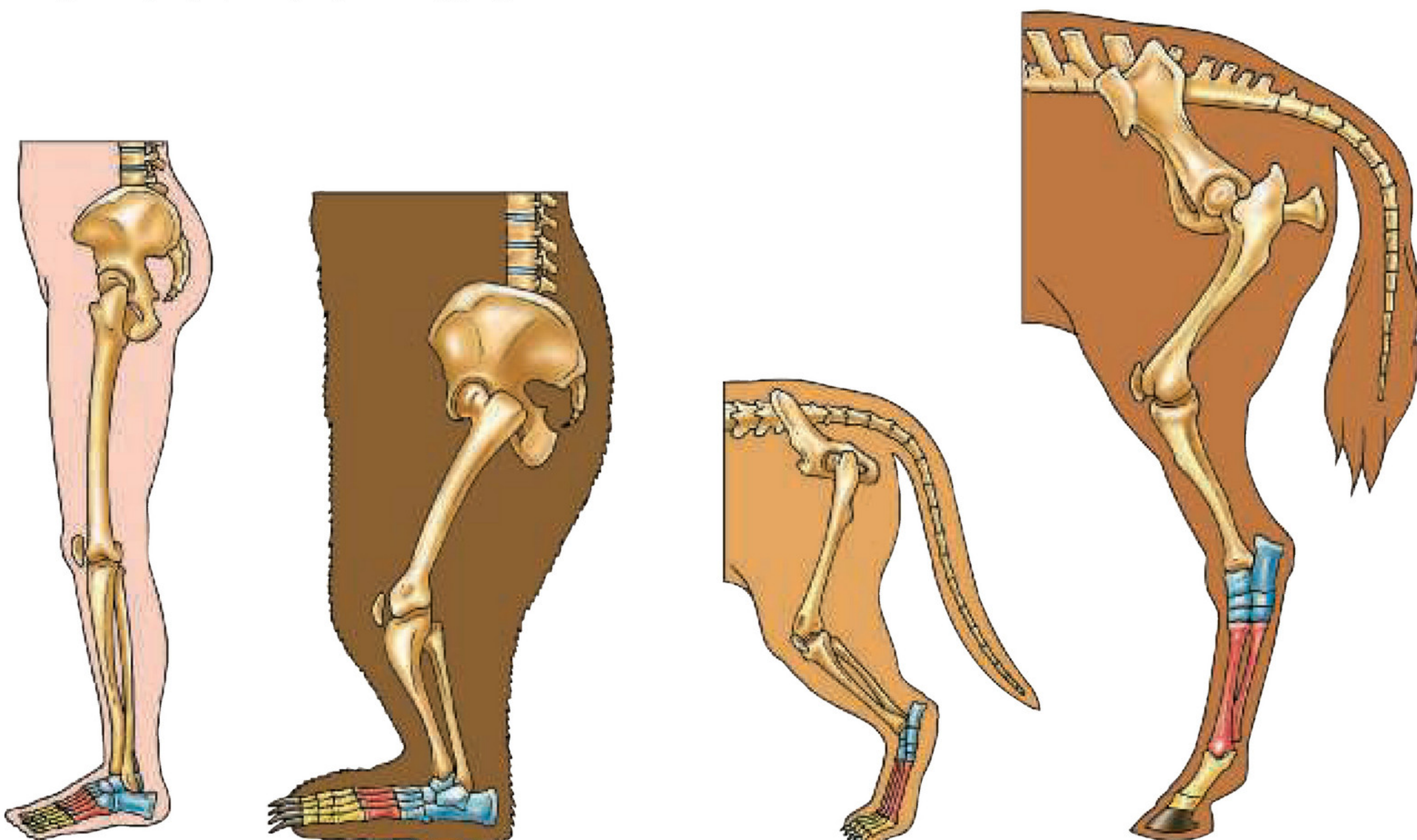


3 vleermuis

POTEN EN VOETEN

Bij zoogdieren past de vorm van de poten bij de manier waarop een dier leeft. In afbeelding 3 zijn de achterpoten van een mens, een beer, een kat en een paard getekend. Mensen en beren zijn zoolgangers, katten zijn teengangers en paarden zijn topgangers (hoefgangers).

Afb. 3 Zoolganger, teenganger en topganger.



Bij veel constructies worden gebogen vormen toegepast. In afbeelding 4 bijvoorbeeld zie je een spoorwegbrug die uit bogen bestaat. Bij je voeten kom je deze vorm ook tegen (zie afbeelding 5). De onderkant van je voet is **gewelfd** (gebogen). Door deze vorm zijn de voeten beter in staat gewicht te dragen.

Afb. 4 Bogen.



Afb. 5 Gebogen.



OPDRACHTEN

1

Vul de tabel in. Vul het nummer in waarmee in afbeelding 2 de botten worden aangegeven. Niet bij alle dieren komt in elk hokje een nummer te staan. De nummers van enkele botten zijn al ingevuld.

	Walvis	Mol	Vleermuis
Beenderen van de hand			
Beenderen van de voet	–		
Bovenkaak			
Dijbeen	–		
Ellepijp		12	–
Heupbeen			
Kuitbeen	–	15	
Onderkaak			
Opperarmbeen			
Ribben			
Schedelbeenderen			
Scheenbeen	–		8
Schouderblad			
Spaakbeen	8		–
Staartwervels			
Wervelkolom			

2

- Gebruik bij deze opdracht afbeelding 2.
- a Welk bot is bij een walvis wel aanwezig, maar heeft geen functie? Waarmee hangt dit samen?
- b Welke vorm heeft het schouderblad bij een mol?

- c Welke vorm heeft het opperarmbeen bij een mol?
- d Wat is de functie van de voorpoten van een mol?
- e De vorm van een bot heeft te maken met de functie van het lichaamsdeel waarin zich dit bot bevindt.
Hoe zie je dit terug in de voorpoten van een mol en de voorpoten van een vleermuis?

3

Welk voordeel hebben topgangers van het feit dat ze op de toppen van hun tenen lopen?

4

Kijk naar het jachtluipaard in afbeelding 6.

- a Wat voor loopwijze heeft een jachtluipaard? *teenganger* / *topganger* / *zoolganger*
- b Je ziet hoe een jachtluipaard rent.
Welk voordeel heeft deze manier van hardlopen voor een jachtluipaard? Gebruik bij je antwoord ook de tekst 'De paslengte maakt het verschil' (zie afbeelding 7).

Afb. 6 Rennen van een jachtluipaard (cheeta).



Afb. 7

De paslengte maakt het verschil

Het verschil in paslengte tussen een topatleet en een recreatieve loper is enorm. Een toploper legt de marathonaafstand van ruim 42 kilometer af in zo'n 28 000 passen. Bij recreatieve lopers kan dit oplopen tot bijna het dubbele, namelijk 53 000 passen. Het vergroten van de paslengte, zonder dat dit meer energie kost, levert dus een snellere tijd op.

5

Voor deze opdracht heb je een plastic liniaal nodig (zie afbeelding 8).

- Laat iemand de plastic liniaal aan beide uiteinden vasthouden (zie afbeelding 8.1).
Druk er in het midden op.
 - Doe hetzelfde nog een keer, maar laat nu de liniaal opbollen (zie afbeelding 8.2).
- In welk geval is de liniaal het gemakkelijkst naar beneden te buigen?

Afb. 8



1



2

6

- a Waarom is het nuttig dat de voeten gewelfd zijn?
- b Welke voorbeelden uit jouw dagelijks leven ken jij, waarbij voor de stevigheid gebruik is gemaakt van een gewelfde (gebogen) vorm?

 Ga naar de *Flitskaarten*.

8 Blessures

LEERDOEL

4.8.15 Je kunt oorzaken en gevolgen van enkele blessures noemen.

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	4.8.15
Onthouden	
Begrijpen	3, 4a, 5
Toepassen	1b, 4ce
Analyseren	1ac, 2, 4bd

Bij sporten gaat soms iets verkeerd. Je kunt spierpijn krijgen of een blessure oplopen. Dan is het goed als je weet wat je moet doen.

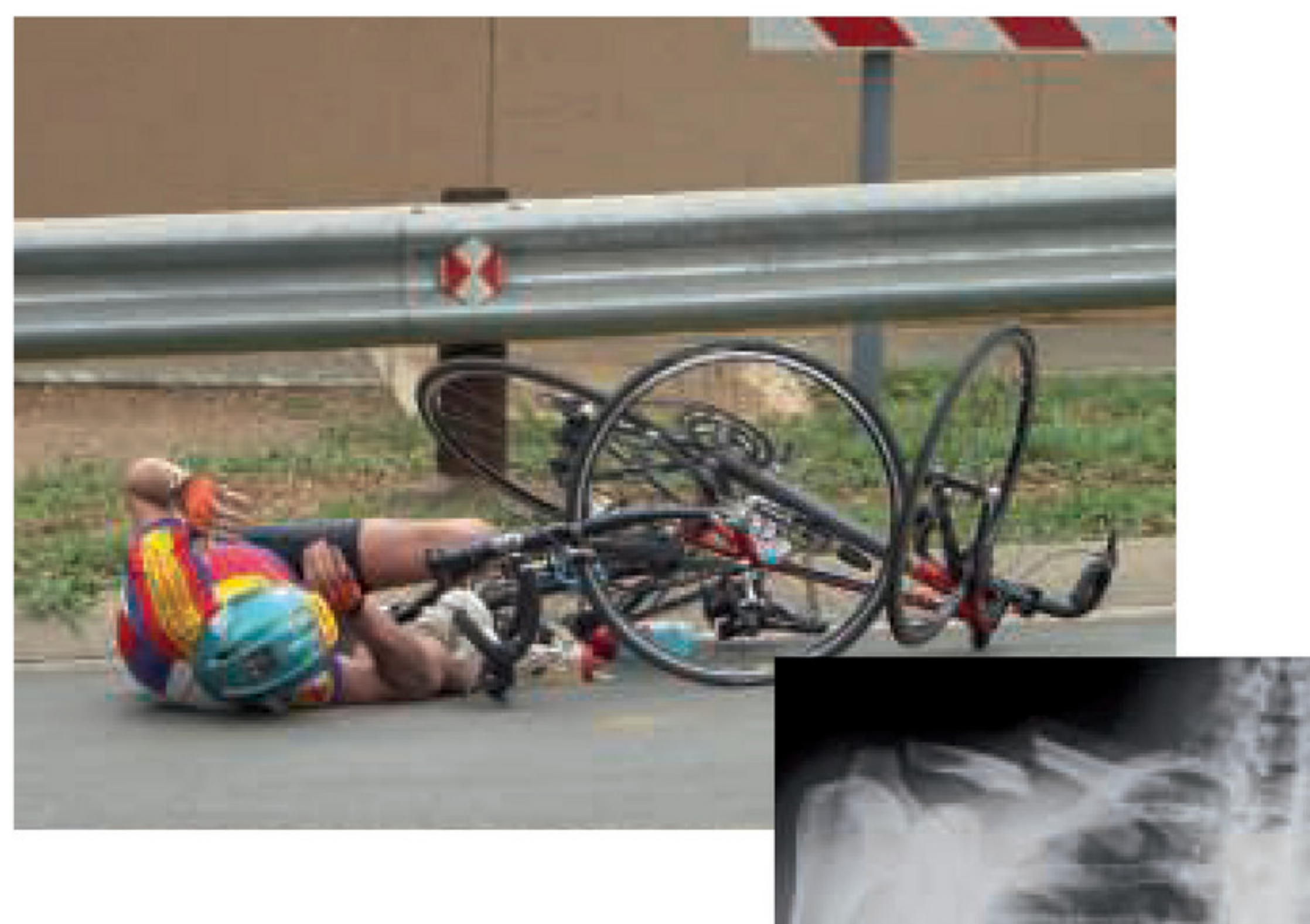
SPIERSCHEURING

Spierpijn krijg je vaak als je een sport doet die je niet gewend bent. Spierpijn gaat meestal snel weer over. De spier is niet beschadigd. Door een te sterke inspanning of door een plotselinge beweging kun je een **spierscheuring** oplopen. Dan is de spier wel beschadigd. Een scheuring van een kuitspier wordt ‘zweepslag’ genoemd. Een gescheurde spier geneest meestal door rust. In ernstige gevallen wordt een drukverband aangelegd.

BOTBREUKEN

Behalve aan spieren komen ook blessures voor aan botten, gewrichten en pezen. Bij wielrenners komen door valpartijen regelmatig **botbreuken** voor, vooral van een sleutelbeen. Bij voetballers komen vaak breuken van scheenbeen en kuitbeen voor, meestal door te ruw spel. Met een botbreuk moet je naar het ziekenhuis. Op röntgenfoto's zijn botbreuken goed te zien (zie afbeelding 1).

Afb. 1 Botbreuken bij sporten.

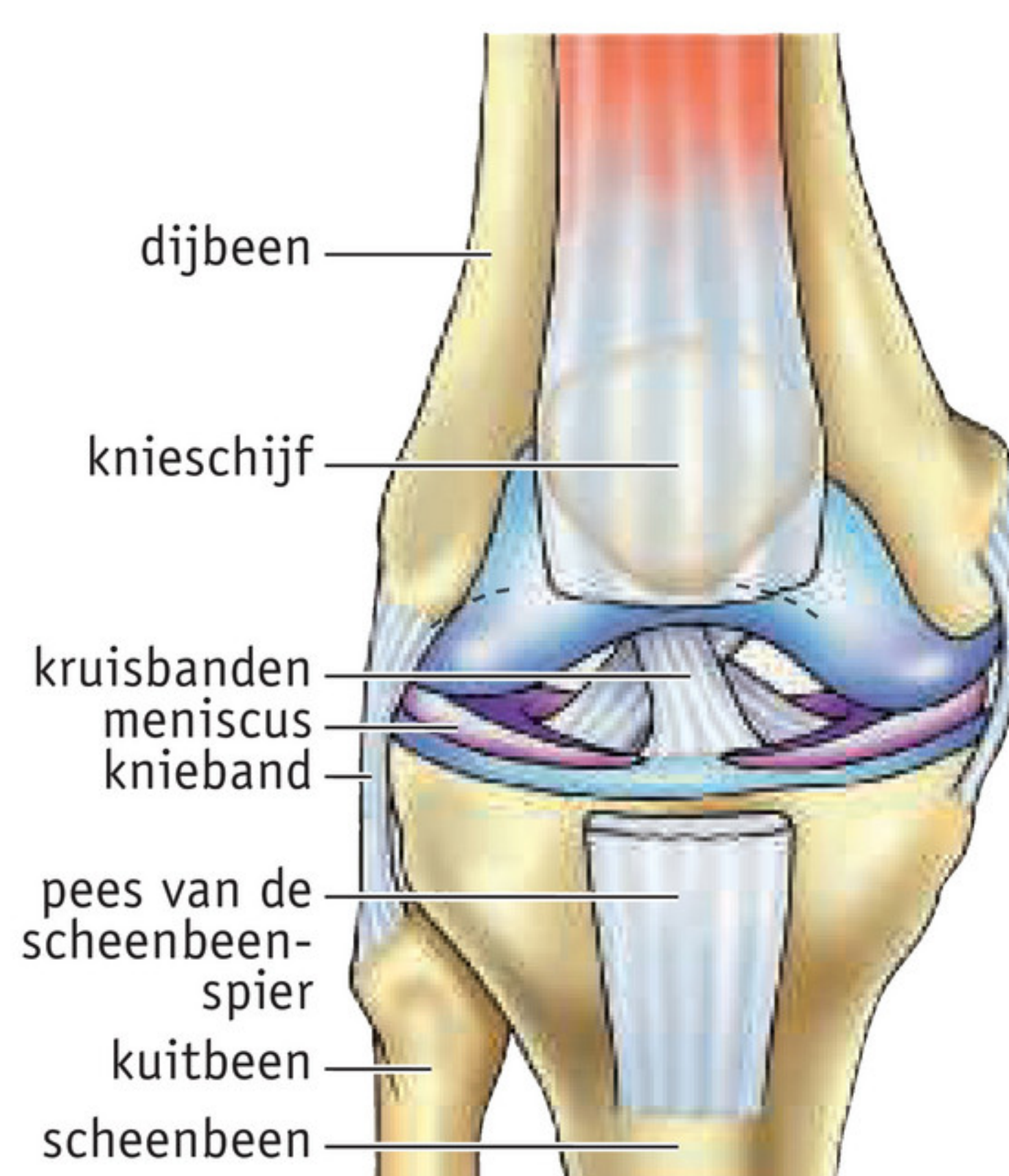


Voor een goede genezing moeten de twee helften van het bot in de goede stand aan elkaar vast kunnen groeien. Een arts brengt het gebroken bot weer in de goede stand. Dit heet een **bot zetten**. De bothelften worden meestal in de goede stand gehouden met een gipsverband. Als dat niet lukt, worden schroeven, een plaat of pinnen in de botten aangebracht (zie afbeelding 2). Als de stukken bot weer aan elkaar zijn gegroeid, kan het gipsverband eraf.

Afb. 2 Botbreuk hersteld met schroeven en een plaat.



Afb. 3 Kniegewricht.



VOETBALKNIE

Een van de meest voorkomende blessures is een voetbalknie. In een kniegewricht zitten tussen het dijbeen en het scheenbeen twee schijfjes kraakbeen. Zo'n schijfje kraakbeen in de knie heet meniscus (zie afbeelding 3). Als het lichaam draait terwijl het onderbeen blijft staan, kan een meniscus scheuren. Dit veroorzaakt pijn. Meestal zijn dan ook het gewrichtskapsel en de kapselbanden (de kniebanden of de kruisbanden) beschadigd. Er ontstaat een zwelling, doordat zich in het gewricht vocht ophoopt. Het kan ook gebeuren dat een afgescheurd stukje van de meniscus het bewegen van de knie belet. De knie zit dan 'op slot'.

Soms is rust voldoende om het kniegewricht te laten genezen, maar vaak moet een gescheurde meniscus operatief worden behandeld.

KNEUZING

Een **kneuzing** is een beschadiging van weefsel zonder dat er iets is gescheurd of gebroken. Een kneuzing ontstaat meestal door een val of doordat je een duw, een stomp of een trap krijgt. Vaak ontstaat er dan inwendig een bloeding, die je op de huid ziet als een blauwe plek. Bij een kneuzing kan ook een zwelling ontstaan, doordat zich vocht ophoopt. Bij een zwelling helpt koelen. Je kunt bijvoorbeeld ijs in een handdoek of een ice pack op de zwelling leggen (zie afbeelding 4) of het lichaamsdeel onder koud water houden. Er zijn ook speciale spuitbussen om te koelen. Door de kou verminderen de pijn en de zwelling. Daarna geneest de blessure door rust.

Afb. 4 Koelen van een zwelling.



Afb. 5 Blauwe plek door een verzwikking.



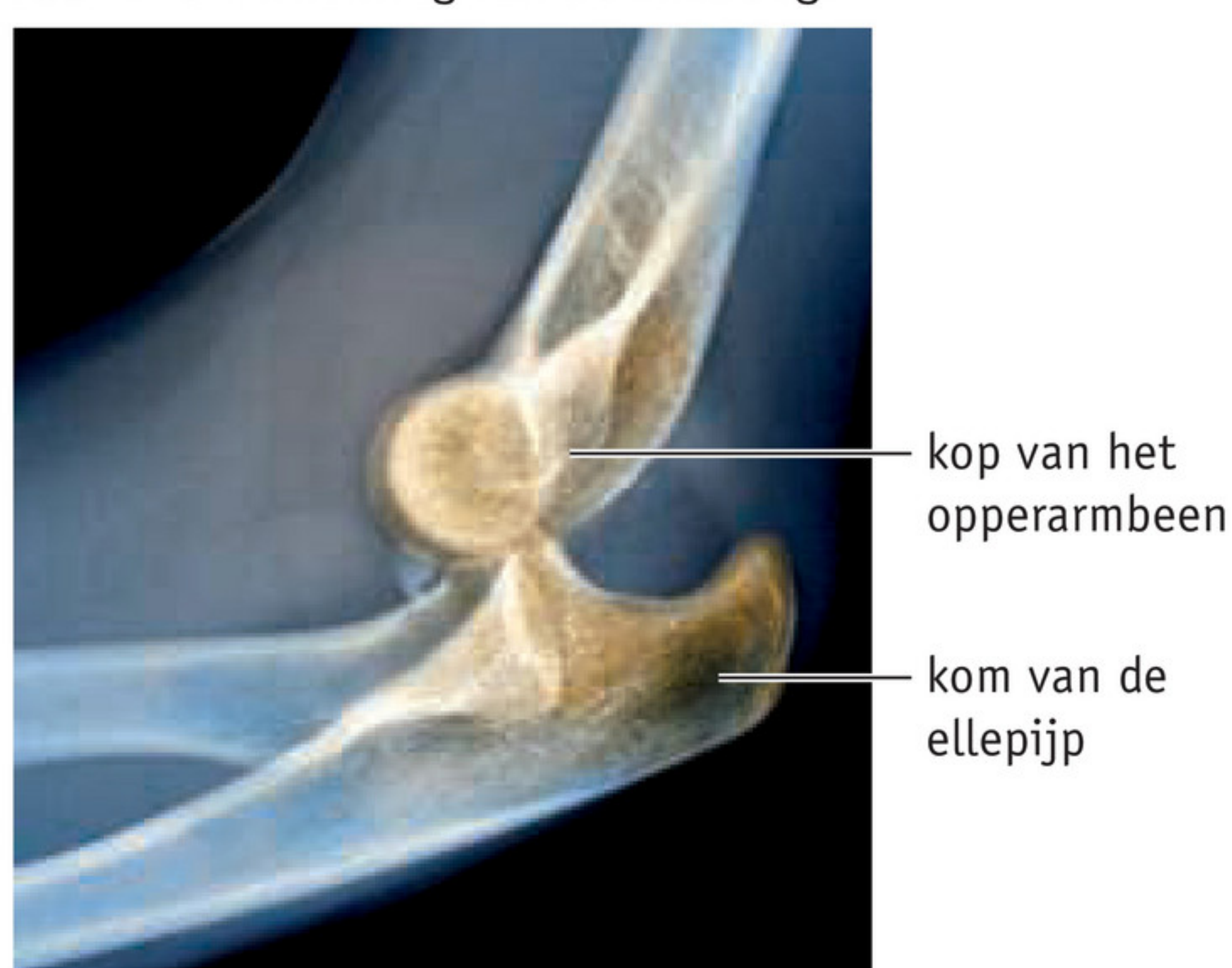
VERZWIKKING

Een **verzwikking** is een kneuzing van een gewricht. Als je bijvoorbeeld je voet verzwikt, kunnen het gewrichtskapsel en de kapselbanden bij de enkel te ver uitrekken. Er kan dan een blauwe plek ontstaan (zie afbeelding 5). Bij een ernstige verzwikking kunnen het gewrichtskapsel en de kapselbanden zelfs scheuren. Je hebt dan ‘gescheurde enkelbanden’.

ONTWRICHTING

Bij een **ontwrichting** schiet de gewrichtskogel uit de gewrichtskom (zie afbeelding 6). Een ontwrichting kun je bijvoorbeeld krijgen als je verkeerd op je arm valt. Je elleboog schiet dan uit de kom. Een arts moet de gewrichtskogel van het opperarmbeen dan weer op zijn plaats brengen in de kom van de ellepijp.

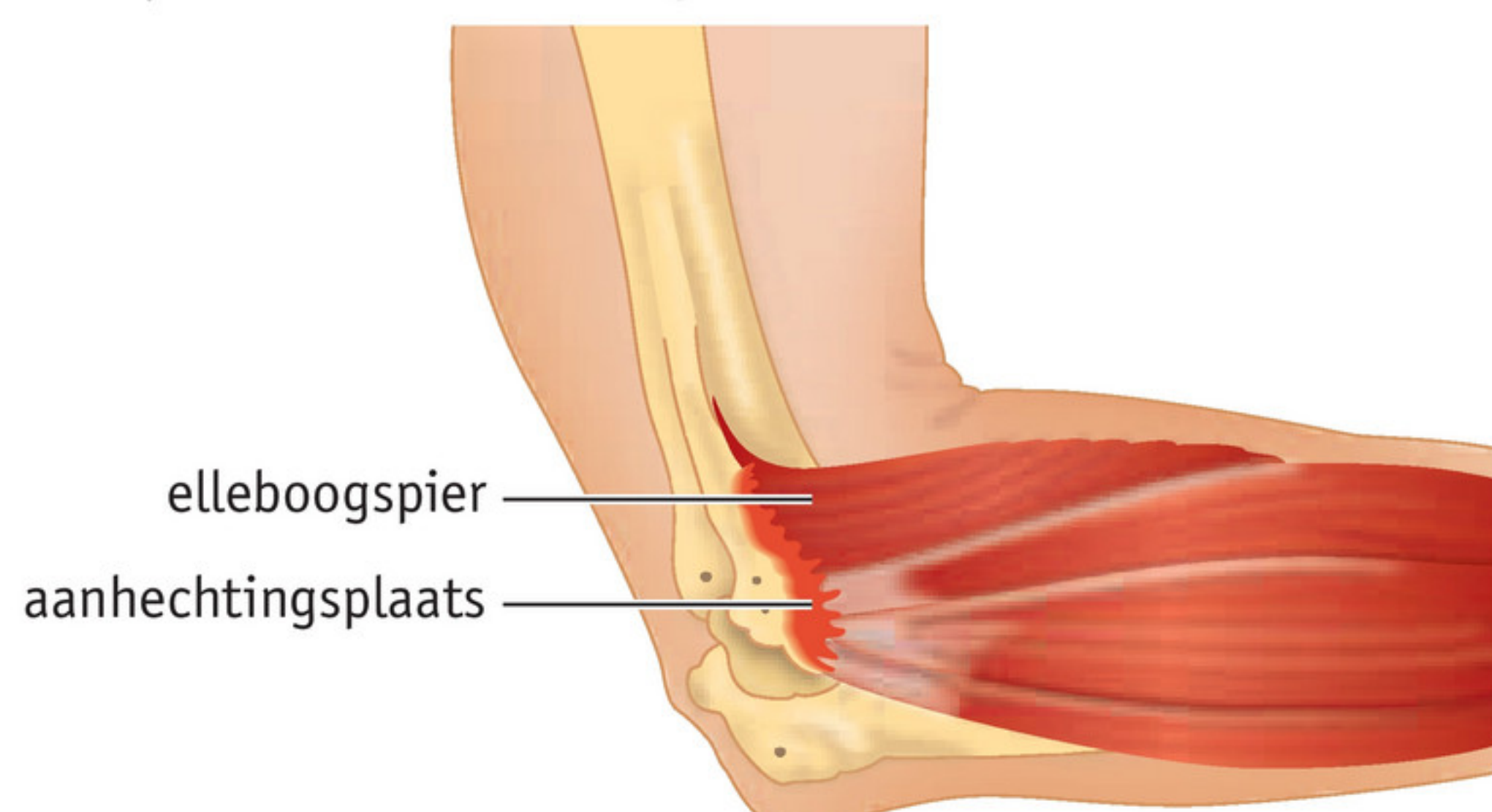
Afb. 6 Ontwrichting van de elleboog.



ONTSTEKING

Andere veelvoorkomende blessures zijn **ontstekingen** van de aanhechtingsplaatsen van spieren. Deze ontstekingen ontstaan meestal door overbelasting van de spieren. Een voorbeeld van zo'n ontsteking is een tenniselleboog (tennisarm). Hierbij is de aanhechtingsplaats van een elleboogspier ontstoken. Vooral het botuitsteeksel bij de elleboog doet dan pijn (zie afbeelding 7). Dit wordt veroorzaakt door kleine scheurtjes in de pees. Een tenniselleboog kan ontstaan door herhaaldelijk dezelfde beweging te maken. Om te genezen moet je rustig aan doen, maar de arm niet helemaal stilhouden.

Afb. 7 Een tenniselleboog.



OORZAKEN VAN SPORTBLESSURES

Allerlei factoren kunnen sportblessures veroorzaken. Belangrijke oorzaken zijn:

- ruwheid en overtreding van de spelregels (geen sportiviteit)
- niet getraind zijn en/of onvoldoende techniek
- gebrek aan conditie
- overbelasting van spieren en oververmoeidheid
- onvoldoende warming-up, rekoefeningen en/of coolingdown
- slechte weersomstandigheden (regen, kou, ijs, hitte)
- te snel weer beginnen met sporten na een blessure
- slechte sportuitrusting, bijvoorbeeld slecht materiaal of slechte schoenen

OPDRACHTEN

1

- a** Als een wielrenner valt, komt vaak zijn bovenlichaam het eerst op de grond. Automatisch probeert een wielrenner zijn val met zijn armen op te vangen. Er komen dan grote krachten op de schoudergordel te staan. Het sleutelbeen kan door zo'n val breken. Het schouderblad breekt meestal niet. Waardoor zal het schouderblad niet breken, denk je?
- b** Welk deel van de knie is beschadigd bij een voetbalknie?
- c** Vroeger werd een kapotte meniscus vaak operatief verwijderd. Dit gaf op latere leeftijd soms problemen. De knie waar de meniscus uit was gehaald, werd dan erg pijnlijk. Welk gevolg heeft het verwijderen van de meniscus voor de kraakbeenlaagjes in het kniegewricht?

2

Bij kramp trekt een spier plotseling krachtig samen en blijft vervolgens aangespannen. Dit kan zo krachtig zijn dat er spiervezels scheuren. Door de voet te bewegen, kan de kramp in de kuit worden verminderd.

In afbeelding 8 zie je iemand met kramp in zijn kuitspier.

Om de kuitspier uit te rekken moet de voet in de richting van *pijl 1* / *pijl 2* worden geduwd.

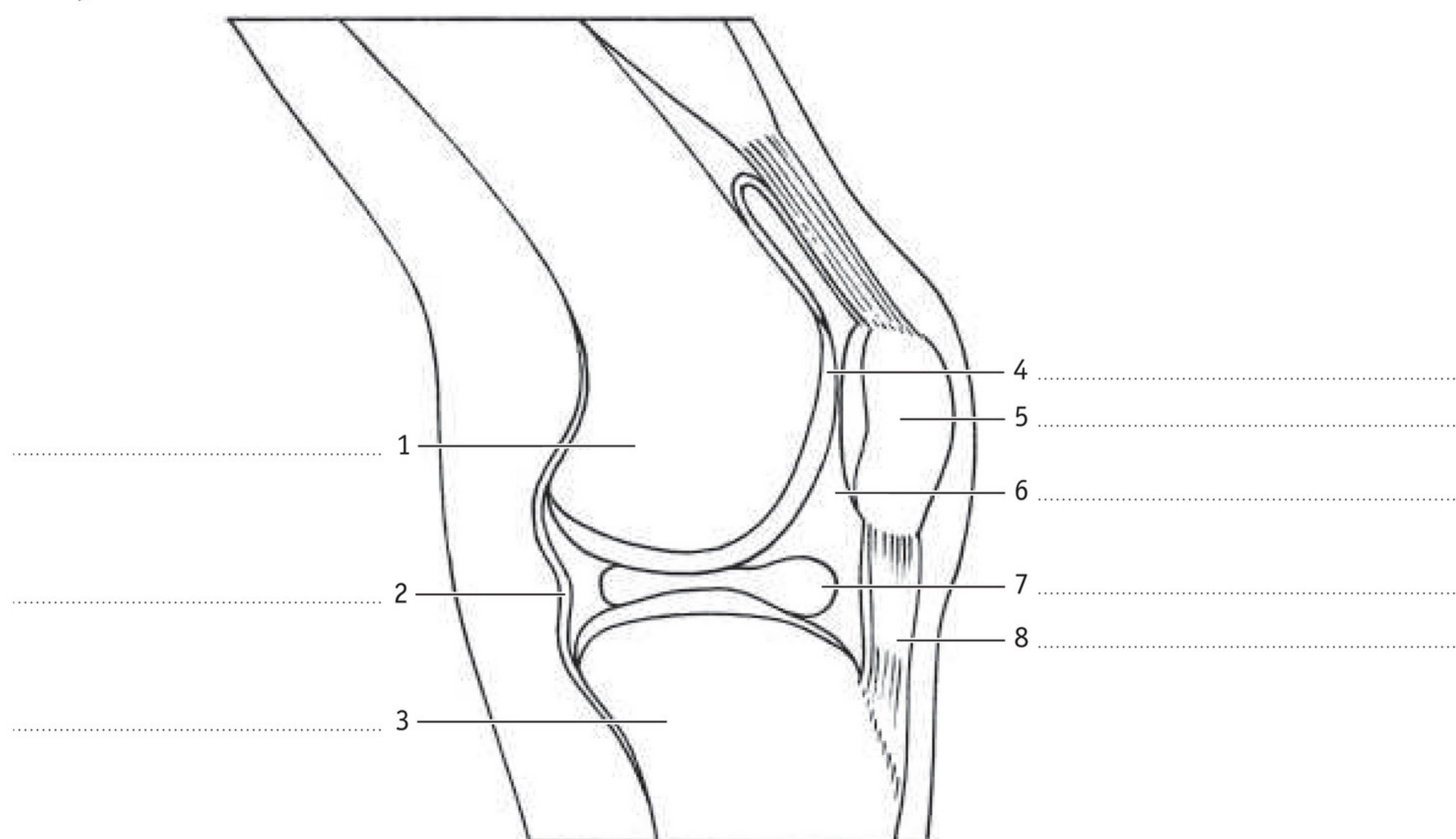
Afb. 8 Kramp in de kuitspier.



3

Zet de namen achter de genummerde delen in afbeelding 9.

Afb. 9



4

Lees de tekst 'Blessure aan het sprongbeen'.

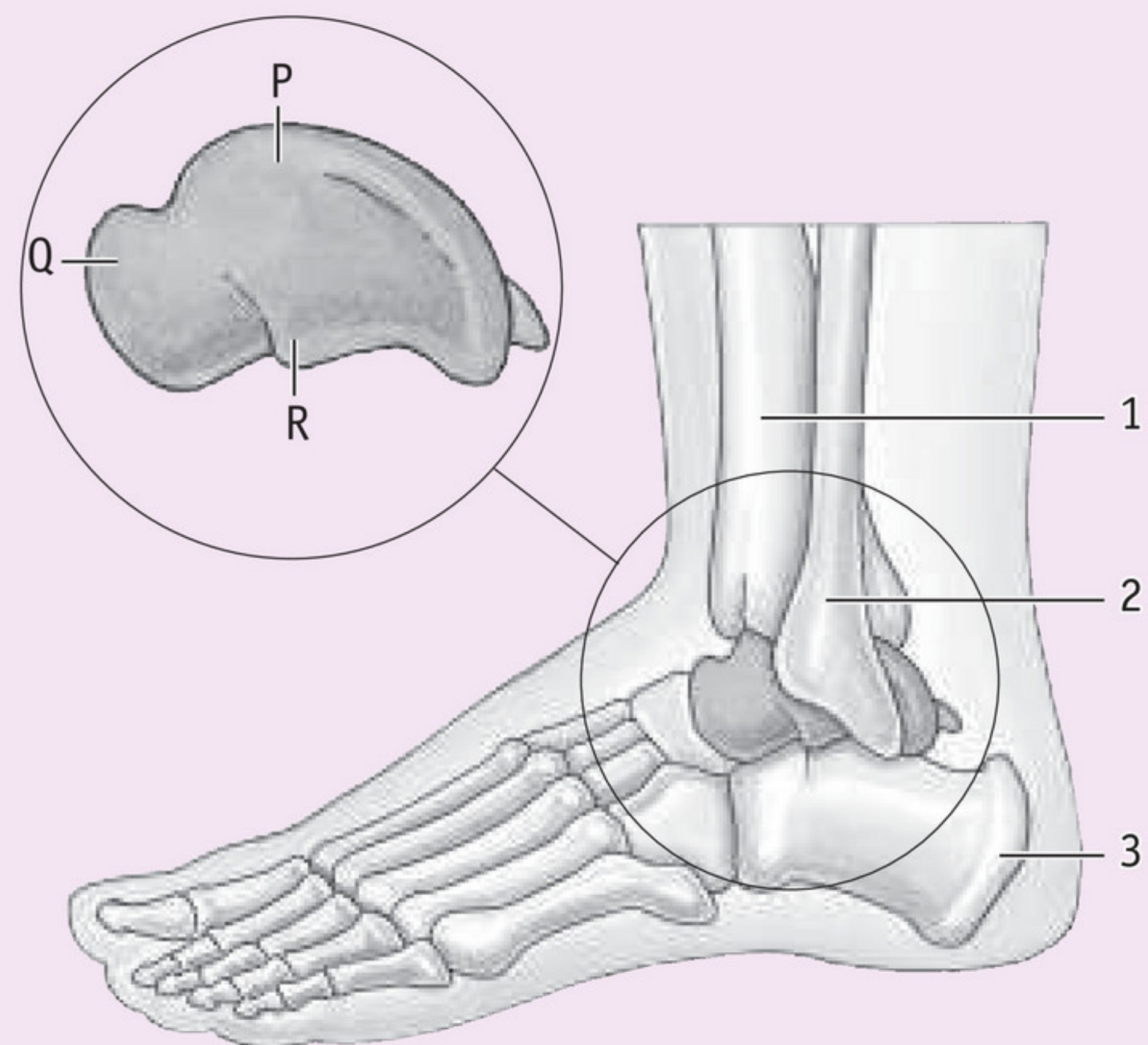
Het bovenste botje in de voet heet het sprongbeen. Vooral bij sporten waarin veel wordt gesprongen en gelopen, zoals bij voetbal, is er kans op beschadiging van het sprongbeen.

- a** De blessure in het spronggewricht is een gevolg van slijtage van het kraakbeen dat het sprongbeen bedekt.
Het sprongbeen hoort bij de *middenvoetsbeentjes* / *teenkootjes* / *voetwortelbeentjes*.
- b** Op welke plaats(en) zit kraakbeen op het sprongbeen: op plaats P, Q en/of R (zie afbeelding 10)? Leg je antwoord uit.
- c** Bij welke andere blessure is er ook kans op beschadiging van het kraakbeen van het sprongbeen?
- d** Om tijdens een operatie bij het sprongbeen te komen, moeten delen van het enkelgewricht worden doorgesneden.
Welke delen zijn dat?
- e** In de afbeelding zijn drie botten met een nummer aangegeven.
Welk bot is aangegeven met nummer 2?
 - ☐ A dijbeen
 - ☐ B hielbeen
 - ☐ C kuitbeen
 - ☐ D scheenbeen

Afb. 10

Blessure aan het sprongbeen

Bij het lopen en springen komt het gewicht van het lichaam op het sprongbeen terecht. Op de plaatsen waar het sprongbeen verbonden is met andere botten zit kraakbeen. Door overbelasting kan dit kraakbeen slijten. De slijtage aan het kraakbeen van het spronggewricht heeft vaak hevige pijn tot gevolg. Door de botoppervlakken te schaven, kan de arts proberen de groei van het kraakbeen te stimuleren. Herstel na dergelijke operaties duurt maanden en de kwaliteit van nieuwgevormd kraakbeen is niet altijd goed genoeg.



5

Welke blessure hoort bij de omschrijving?

- | | | |
|--|-----------------------|--|
| A beschadiging van een spier door een plotselinge beweging | ☐ | ☐ 1 kneuzing |
| B beschadiging van weefsel zonder dat er iets gescheurd of gebroken is | ☐ | ☐ 2 ontwrichting |
| C de gewrichtskogel is uit de kom geschoten | ☐ | ☐ 3 spierscheuring |
| D te ver uitrekken van gewrichtskapsel en kapselbanden, waarbij de botten van het gewricht op hun plaats blijven | ☐ | ☐ 4 verzwikking |

 Ga naar de *Flitskaarten*.

Leren onderzoeken

1

NAUWKEURIG METEN

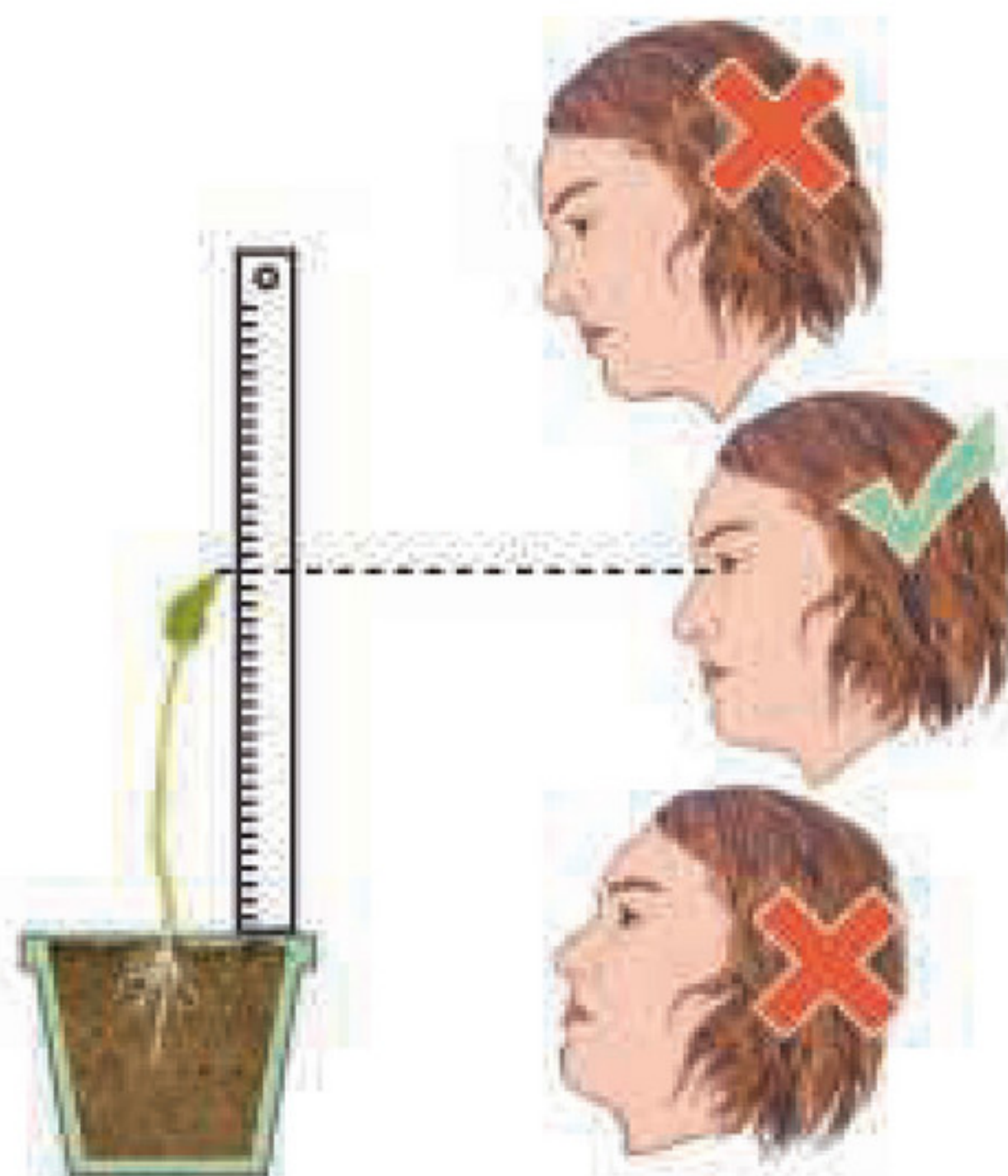
► Basisstof 4 | ► Leerdoel 4.O.16 | ► Practica 3, 5 en 6

Bij een onderzoek verzamel je gegevens door metingen te doen. Een onderzoek kan fout gaan door meetfouten. Die voorkom je door precies en telkens op dezelfde manier te meten. Bijvoorbeeld: je moet de lengte van het stengeltje van een plant meten (zie afbeelding 1). Dan meet je telkens vanaf hetzelfde punt, bijvoorbeeld de rand van de pot. Ook kijk je telkens horizontaal naar de liniaal (niet schuin van boven of schuin van onderen).

Bij een meting met een digitaal apparaat noteer je het resultaat met een of meer decimalen.

Je metingen noteer je telkens in dezelfde eenheid. De lengte van de stengel meet je elke keer in centimeters (niet de ene keer in centimeters en de andere keer in millimeters). Op die manier kun je later gemakkelijk het gemiddelde berekenen.

Afb. 1



OPDRACHT

1

Maria onderzoekt of klasgenoten met lange benen sneller kunnen rennen dan klasgenoten met kortere benen. Ze verdeelt haar klas in twee groepen: een groep die lange benen heeft en een groep die korte benen heeft. Iedere klasgenoot sprint 100 m. Maria meet de tijd met een stopwatch en roept dan naar Lieke, die de tijd noteert. Maria roept: 'De tijd van Aiden is $16 \frac{17}{100}$ seconden.'

a Welke notatie is het meest nauwkeurig?

- ☐ A 16,1 s
- ☐ B 16,17 s
- ☐ C 0,27 min
- ☐ D 0,2666 min

b Jade doet hetzelfde onderzoek, maar zij laat haar klasgenoten een rondje om het sportveld rennen. Dennis rent het rondje in 1 minuut en 30,04 seconden. Waarom is het niet handig om de tijd in het aantal minuten en seconden te noteren?

c Noteer de tijd van Dennis zo nauwkeurig mogelijk.

2

RESULTATEN IN TABELLEN EN GRAFIEKEN

► Basisstof 4 | ► Leerdoelen 4.0.17 en 4.0.18 | ► Practica 3, 5, 6, 7 en 8

TABELLEN

In een tabel kun je resultaten overzichtelijk noteren. Bij een beperkt aantal resultaten kun je uit je tabel al een conclusie trekken die antwoord geeft op je onderzoeksvraag (zie tabel 1). De onderzoeksvraag luidt: 'Is je hartslag hoger als je zit of als je staat?' In de tabel zie je de gemiddelde hartslag van vijf leerlingen. De gemiddelde hartslag bij zitten is 69 slagen per minuut, bij staan is dat 80. Conclusie: de hartslag is hoger als je staat.

Tabel 1 Hartslag bij zitten en staan.

Leerling	Zittend (slagen per minuut)	Staand (slagen per minuut)
1	69	83
2	69	79
3	72	83
4	70	79
5	65	76
Gemiddelde	69	80

GRAFIEKEN

Heb je veel resultaten, of meet je veel verschillende factoren, dan kun je niet altijd meteen een conclusie trekken, zie tabel 2. Deze tabel lijkt op tabel 1, maar bevat meer gegevens. Er zijn meer leerlingen, het geslacht van de leerlingen is genoteerd en de hartslag tijdens wandelen is gemeten.

Tabel 2 Hartslag bij zitten, staan en wandelen.

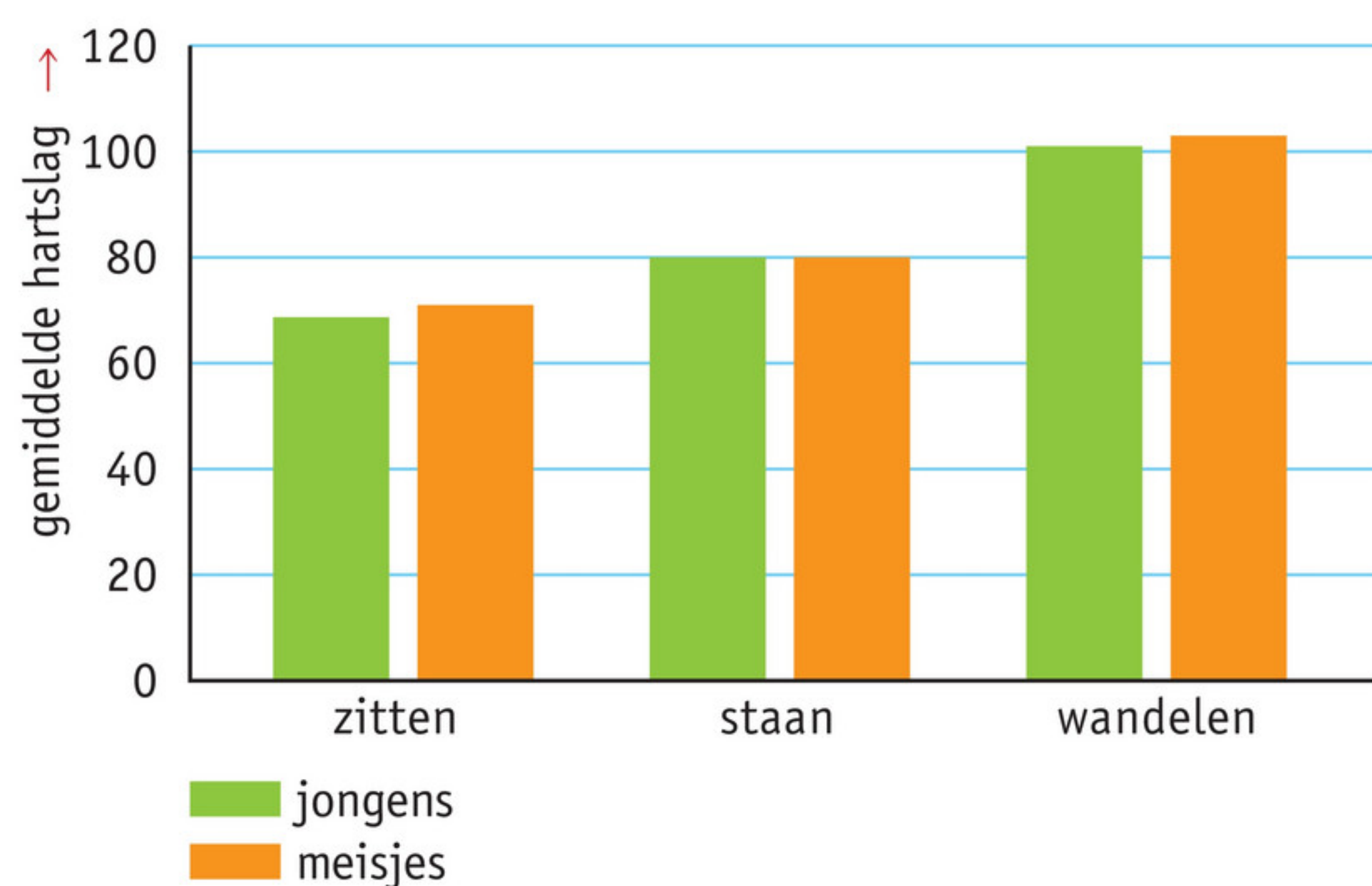
Leerling	Geslacht	Zittend (slagen per minuut)	Staand (slagen per minuut)	Wandelend (slagen per minuut)
1	jongen	69	79	98
2	jongen	72	83	104
3	jongen	65	76	99
4	jongen	67	82	103
5	jongen	72	85	101
6	meisje	69	83	103
7	meisje	70	79	102
8	meisje	74	83	106
9	meisje	73	80	105
10	meisje	69	80	99
Gemiddelde jongens		69	81	101
Gemiddelde meisjes		71	81	103
Gemiddelde jongens en meisjes		70	81	102

De resultaten van tabel 2 kun je overzichtelijk weergeven in een grafiek. Welk type grafiek je kiest, hangt af van je resultaten en het doel van je onderzoek.

STAAFDIAGRAM

Met een **staafdiagram** kun je gemiddelden van groepen met elkaar vergelijken. Op de x-as zet je de verschillende groepen en op de y-as zet je de gemiddelde meting van elke groep. De resultaten van tabel 2 in een staafdiagram zie je in afbeelding 2.

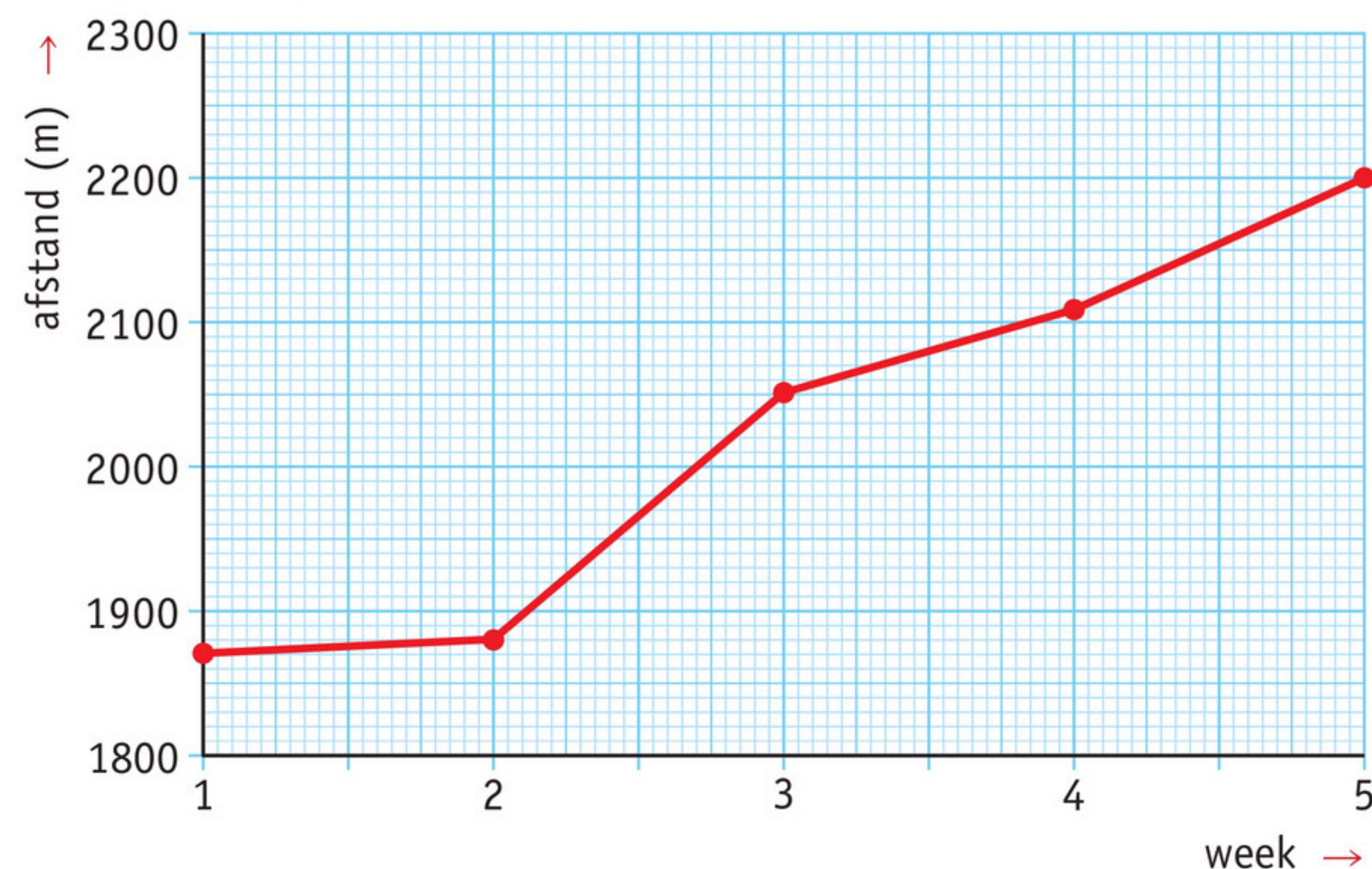
Afb. 2 Staafdiagram.



LIJNDIAGRAM

Om een ontwikkeling over een bepaalde tijd of afstand weer te geven, gebruik je een **lijndiagram** (zie afbeelding 3). Op de x-as zet je de tijd of de afstand. Op de y-as zet je de meting die je bij elke tijd of afstand hebt gedaan. Je kunt bijvoorbeeld vijf weken lang bijhouden hoeveel meter je kunt lopen in twaalf minuten, als training voor de coopertest. Op de x-as zie je het aantal weken dat is verstreken. Op de y-as zie je de afstand die elke week is gelopen.

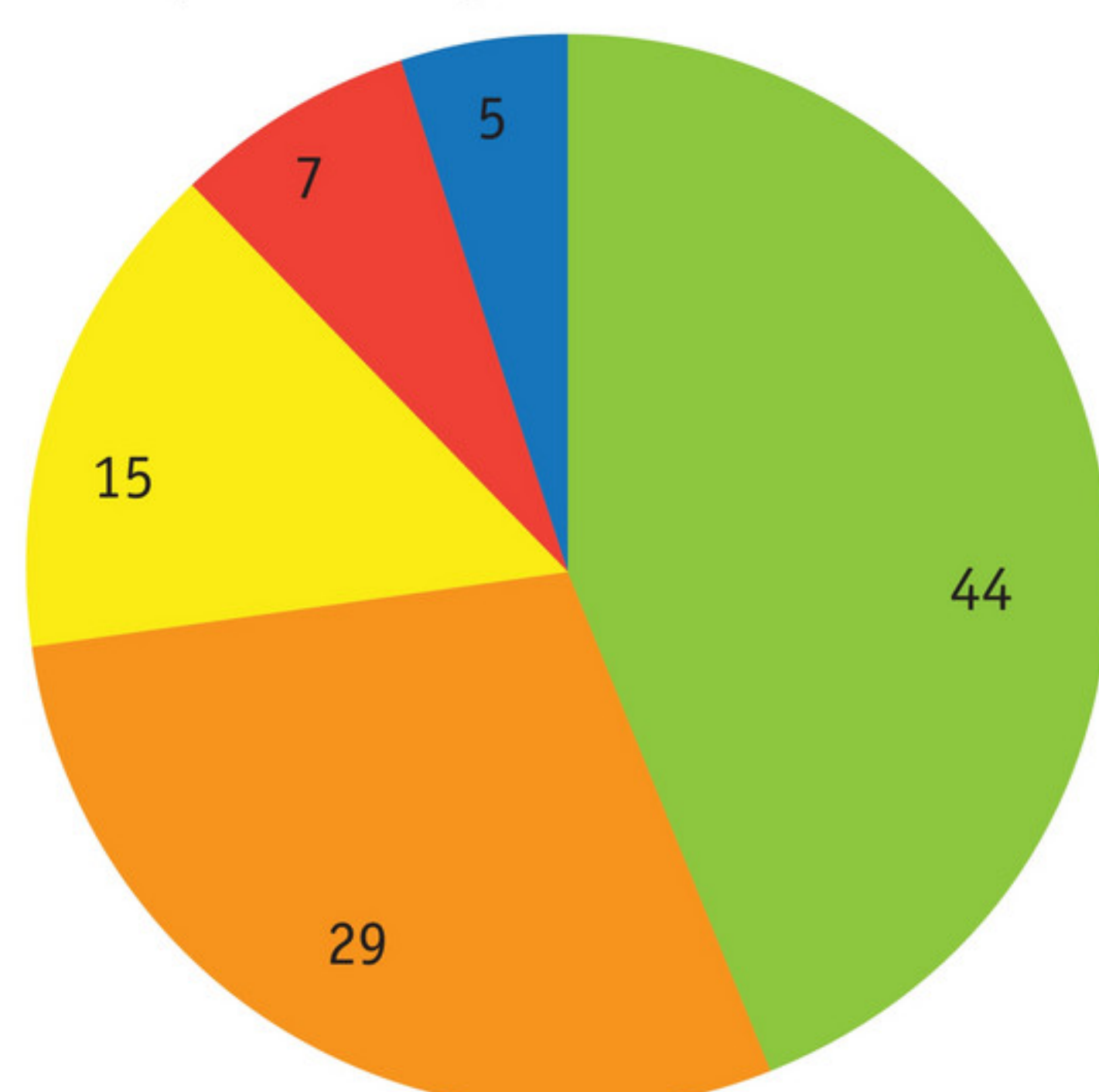
Afb. 3 Lijndiagram.



CIRKELDIAGRAM

Met een **cirkeldiagram** kun je de grootte van groepen met elkaar vergelijken. Je kunt zien welk aandeel elke groep heeft in het geheel en hoe groot elke groep is. De percentages noteer je meestal in het cirkeldiagram. Wanneer een of meer groepen erg klein zijn, kun je de percentages in de legenda noteren. In afbeelding 4 zie je een cirkeldiagram van de sporten die leerlingen in een brugklas beoefenen.

Afb. 4 Cirkeldiagram.



Legenda:

- anders
- voetbal
- dansen
- hockey
- geen sport

OPDRACHTEN

1

Lees de tekst 'Grafieken'.

- a Welke grafiek kan de docent het best gebruiken?
staafdiagram / lijndiagram / cirkeldiagram
- b Welke grafiek kunnen Sofia en Joep het best gebruiken?
staafdiagram / lijndiagram / cirkeldiagram
- c Welke grafiek kan Freek het best gebruiken in zijn presentatie?
staafdiagram / lijndiagram / cirkeldiagram

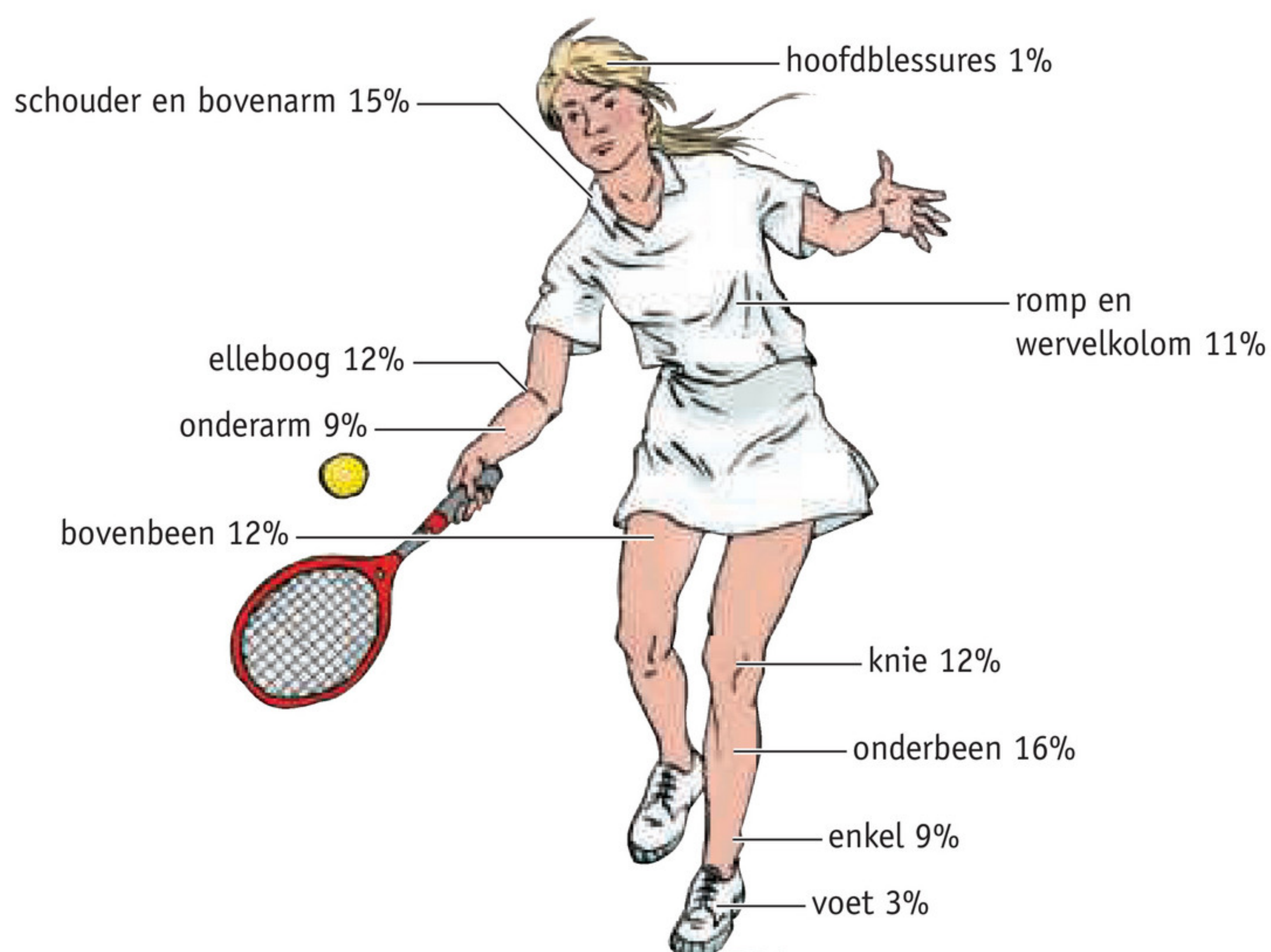
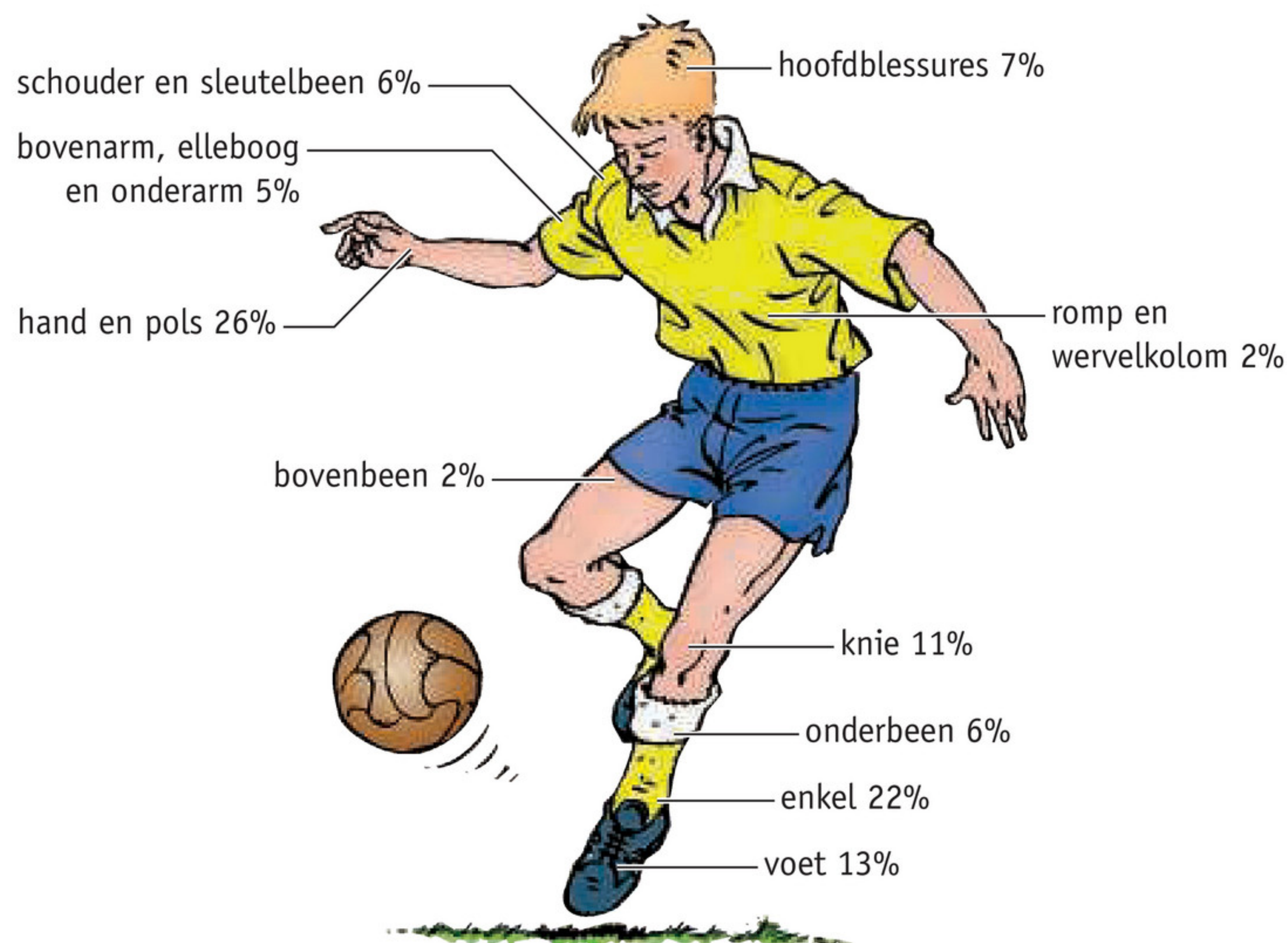
Afb. 5

Grafieken

Geneeskundestudenten moeten alle botten van het menselijk lichaam uit hun hoofd kennen. Een docent geneeskunde is benieuwd of haar studenten na het afstuderen nog steeds alle botten kunnen benoemen. Ze geeft een groep studenten die net is afgestudeerd een afbeelding van het menselijk skelet, met de opdracht om zo veel mogelijk botten te benoemen. De oud-studenten maken deze test vijf jaar lang elk jaar.

Sofia en Joep onderzoeken het verschil tussen ochtendmensen en avondmensen. Ze hebben de hele brugklas gevraagd om mee te doen aan hun onderzoek. Alle leerlingen zijn eerst ingedeeld in twee groepen: leerlingen die in de ochtend productiever zijn (ochtendmensen) en leerlingen die in de avond productiever zijn (avondmensen). Vervolgens wordt elke groep in tweeën gesplitst: de ene helft van elke groep moet in de ochtend zo veel mogelijk opdrukken; de andere helft vlak voor het slapengaan. Sofia en Joep willen onderzoeken of ochtendmensen in de ochtend gemiddeld beter kunnen opdrukken en avondmensen juist in de avond.

Freek moet een presentatie houden over het menselijk lichaam. Hij besluit de meest voorkomende sportblessures te behandelen. Na een literatuuronderzoek heeft hij de volgende resultaten: hoofd 1%, schouder en bovenarm 15%, romp en wervelkolom 11%, elleboog 12%, onderarm 9%, bovenbeen 12%, knie 12%, onderbeen 16%, enkel 9% en voet 3%.

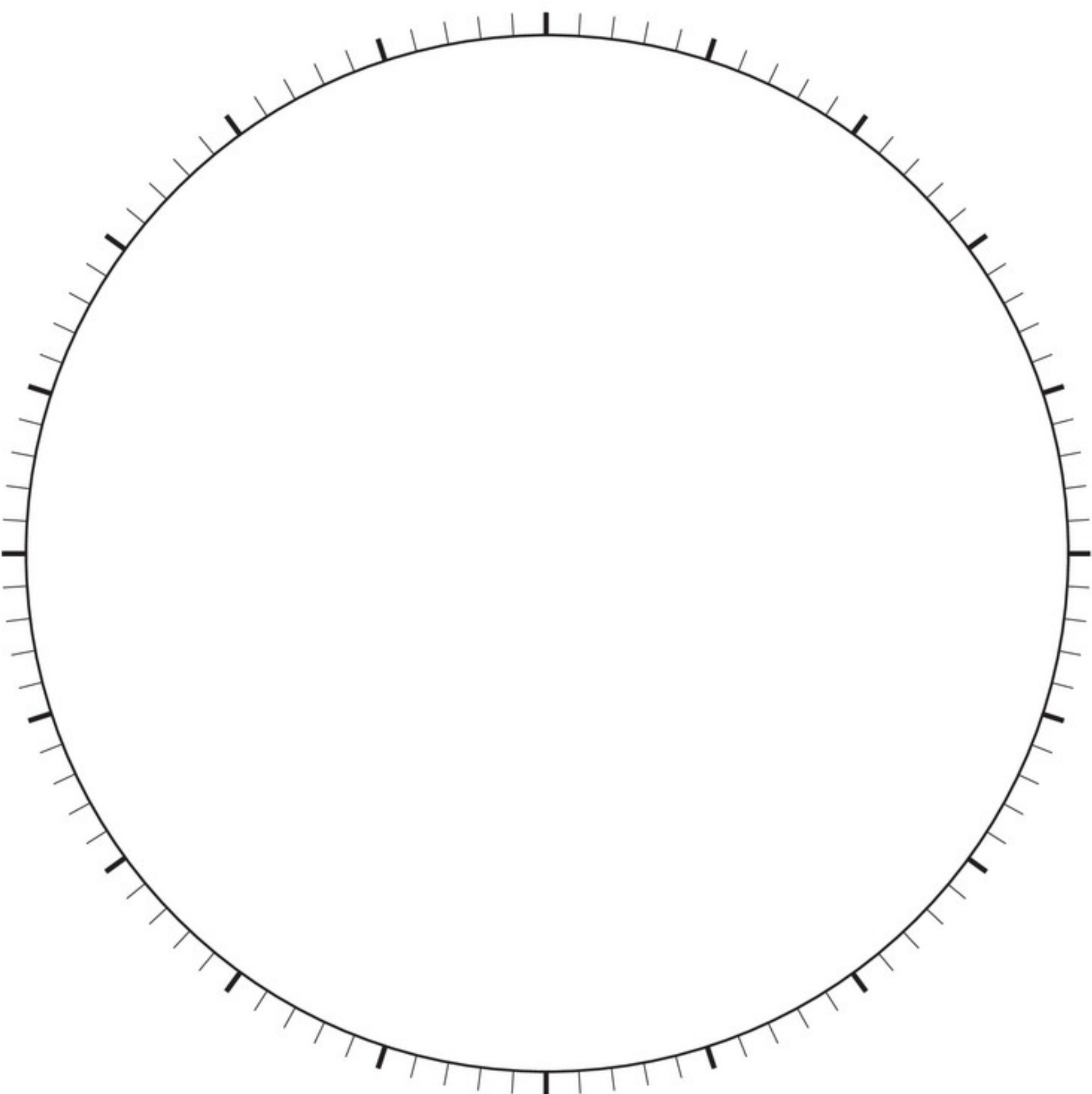
Afb. 6 Blessures aan verschillende lichaamsdelen.**1** blessures bij tennis**2** blessures bij voetbal**2**

In afbeelding 6 staan gegevens over blessures aan delen van je lichaam bij tennis en voetbal. Delen van je lichaam zijn armen, benen, hoofd en romp. Bereken voor elk lichaamsdeel hoeveel procent van het totale aantal blessures optreedt aan dit lichaamsdeel.

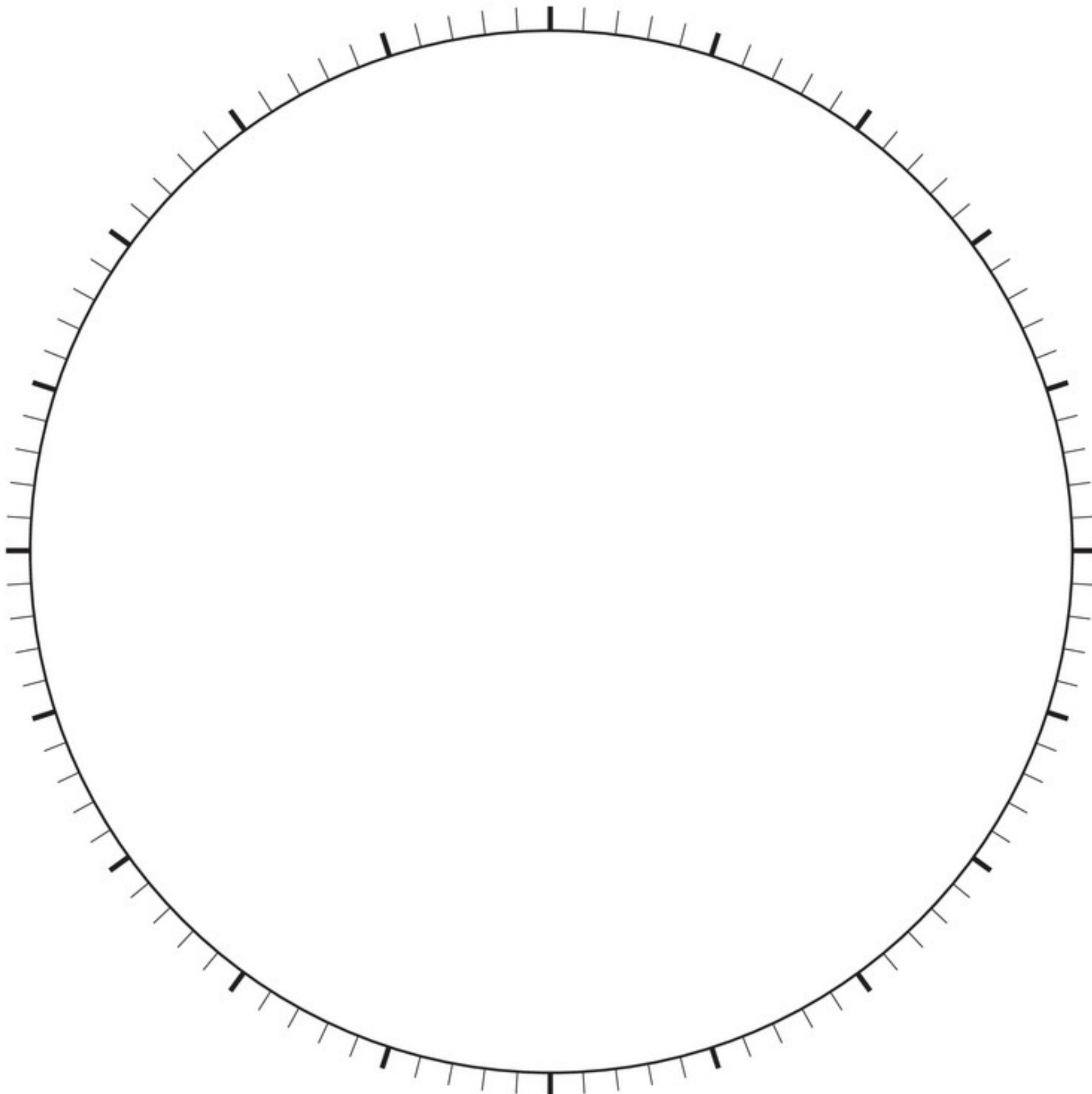
- Zet het resultaat in de tabel.
- Maak van de percentages een cirkeldiagram in afbeelding 7.1 en 7.2.

Deel van het lichaam	Blessures	
	bij tennis	bij voetbal
armen	 %	 %
benen	 %	 %
hoofd	 %	 %
romp	 %	 %

Afb. 7



1 blessures bij tennis



2 blessures bij voetbal

3

EEN WERKPLAN MAKEN

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 4.O.19 | ► Practicum 4

Voordat je een natuurwetenschappelijk onderzoek uitvoert, maak je een werkplan. In een werkplan staat beschreven hoe je het onderzoek wilt uitvoeren om de onderzoeksvraag te beantwoorden, wat je daarvoor nodig hebt en hoe je de resultaten wilt verwerken.

In de biologie doe je veel experimenteel onderzoek; je onderzoekt meestal organismen. Voor dit soort onderzoeken kun je een werkplan maken aan de hand van acht vragen (zie afbeelding 8). Om betrouwbare gegevens te verkrijgen, let je vooral op vraag 3, 4 en 5.

Afb. 8

Acht vragen over je werkplan

- 1 Wat wil je onderzoeken?
- 2 Met welk organisme voer je het experiment uit (en waarom met deze soort)?
- 3 Hoeveel organismen neem je per groep om betrouwbare resultaten te krijgen?
- 4 Aan welke omstandigheden stel je de proefgroep(en) en de controlegroep bloot?
- 5 Hoe zorg je ervoor dat andere factoren niet van invloed zijn?
- 6 Wat heb je nodig om het experiment te kunnen uitvoeren?
- 7 Op welke manier ga je de resultaten van het experiment meten?
- 8 Op welke manier ga je de resultaten weergeven?

PROEFGROEP EN CONTROLEGROEP

Bij een experimenteel onderzoek werk je vaak met een **proefgroep** en een **controlegroep**. De proefgroep stel je bloot aan de factor waarvan je de invloed onderzoekt, de controlegroep niet. Bijvoorbeeld: je onderzoekt de invloed van cola op de concentratie van jongeren. Je maakt twee groepen. De proefgroep geef je cola te drinken. Daarna doen ze een concentratietest. De controlegroep krijgt geen cola voor ze de test maken. Door de resultaten uit de proefgroep te vergelijken met de resultaten van de controlegroep, zie je de invloed van de factor die je hebt onderzocht.

VOLDOENDE ORGANISMEN

Als je een experiment uitvoert met slechts één organisme, kan het resultaat afhangen van toevalligheden. Een organisme kan bijvoorbeeld ziek zijn. Een experiment doe je daarom altijd met meerdere organismen. Op school is dit niet altijd mogelijk. Je kunt dan de resultaten van klasgenoten gebruiken. Hoe meer organismen per groep je gebruikt, hoe betrouwbaarder je resultaten zijn.

GELIJKE OMSTANDIGHEDEN

Alleen de factor die je onderzoekt, is verschillend. Alle andere omstandigheden zijn voor beide groepen hetzelfde. Bijvoorbeeld: je onderzoekt het kiemen van zaden met en zonder water. Dan zet je de groepen weg bij dezelfde temperatuur en met evenveel licht. Als je de proefgroep bij een andere temperatuur wegzet dan de controlegroep, krijg je geen betrouwbare resultaten. Een verschil tussen de groepen kan dan veroorzaakt zijn door het verschil in temperatuur.

OPDRACHTEN**1**

- a** Waarom heb je naast de proefgroep ook een controlegroep nodig?
- b** Waarom heb je per groep meer dan één organisme nodig?
- c** Waarom onderzoek je groepen bij gelijke omstandigheden?

2

- Stel dat je met de hele klas de invloed van water op de stevigheid van kruidachtige stengels onderzoekt. Je moet bedenken met wat voor experiment je dit gaat doen. Je kunt reageerbuizen gebruiken en een reageerbuisrek. Je krijgt stengels van een witte dovenetel, een kruidachtige plant die bijna het hele jaar door gemakkelijk te vinden is. Maak met behulp van de acht vragen in afbeelding 8 een werkplan voor dit experiment.
- a** Wat wil je onderzoeken?
 - b** Met welk organisme voer je het experiment uit, en waarom met deze soort?
 - c** Hoeveel organismen neem je per groep om betrouwbare resultaten te krijgen?
 - d** Aan welke omstandigheden stel je de proefgroep en de controlegroep bloot?
 - e** Hoe zorg je ervoor dat andere factoren niet van invloed zijn?
 - f** Wat heb je nodig om het experiment te kunnen uitvoeren?
 - g** Op welke manier ga je de resultaten van het experiment meten?
 - h** Op welke manier ga je de resultaten weergeven?

Practica

1

KRAAKBEEN EN BOT

► Basisstof 2 | ► Leerdoel 4.2.4

 30-40 minuten

WAT GA JE DOEN?

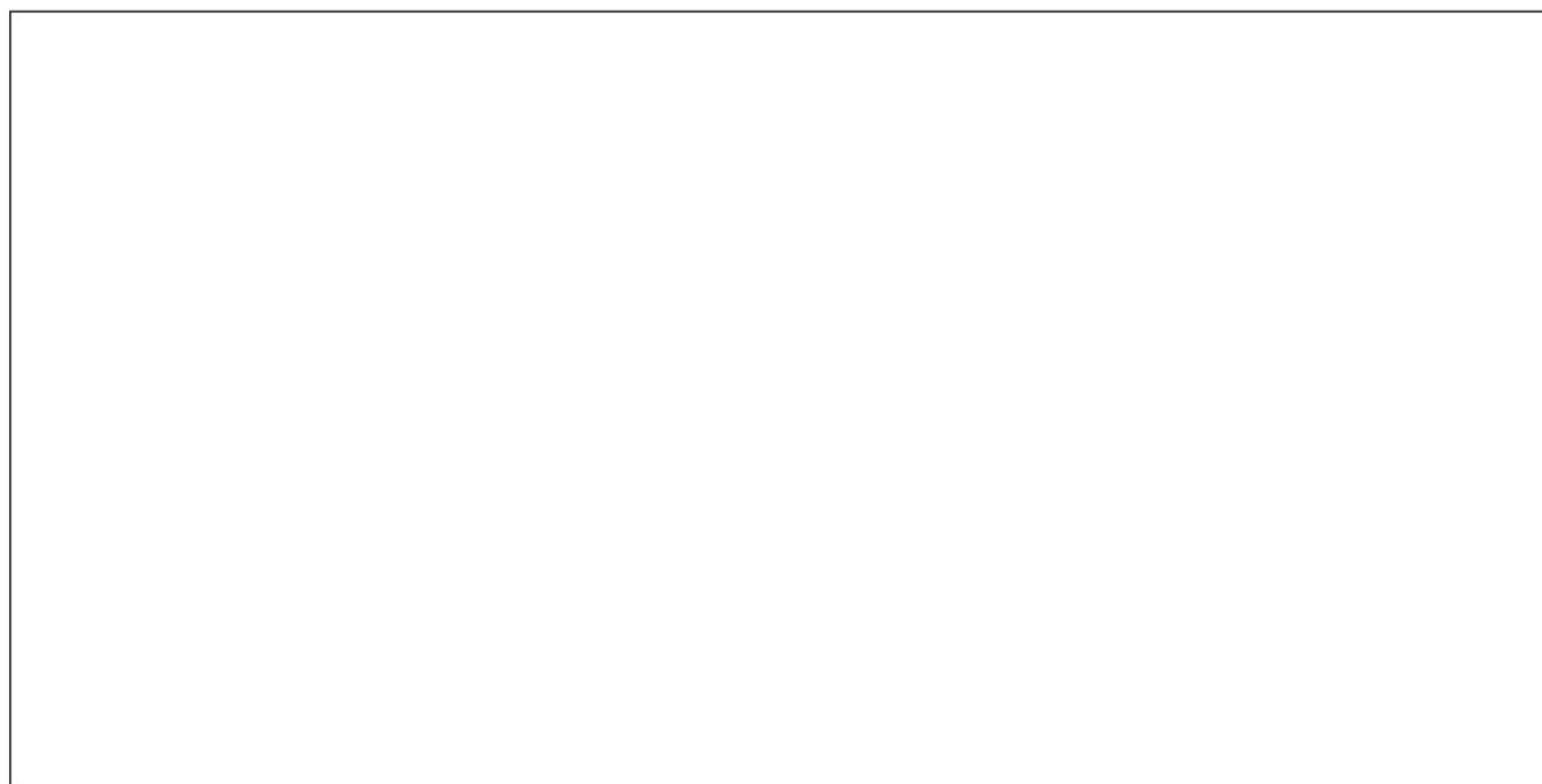
In dit practicum bekijk je kraakbeenweefsel en botweefsel. Je maakt hier tekeningen van.

BENODIGDHEDEN

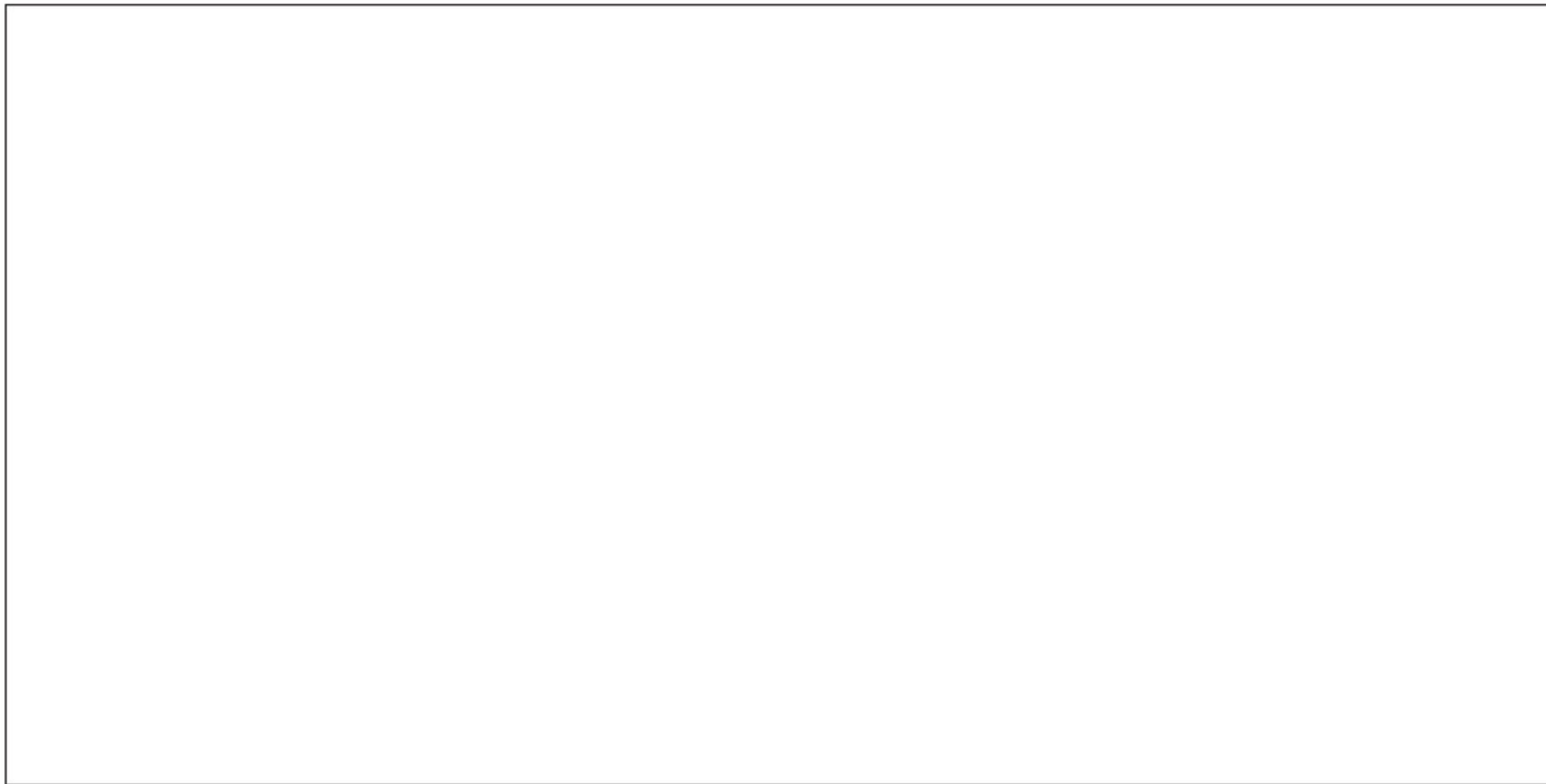
- ☐ klaargemaakte preparaten van kraakbeenweefsel en botweefsel
- ☐ een microscoop
- ☐ prepareermateriaal

WERKWIJZE

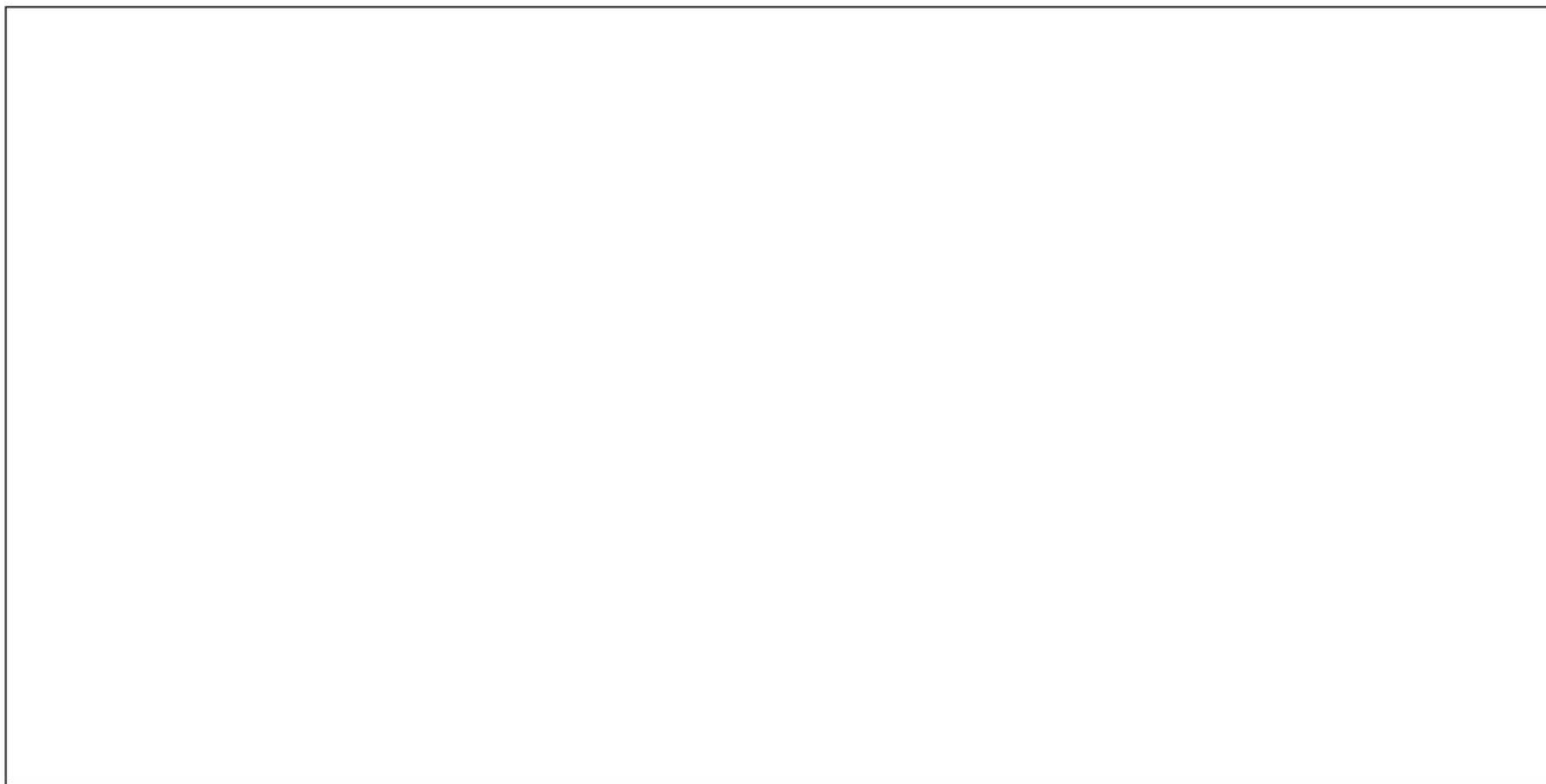
- Bekijk het preparaat van kraakbeenweefsel bij een vergroting van 100×. Je ziet kraakbeencellen liggen in de tussencelstof. Bekijk enkele cellen bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van twee groepjes kraakbeencellen. Noteer de titel en de vergroting bij je tekening. Geef aan: *celkern – kraakbeencel – tussencelstof*.



- Bekijk het preparaat van botweefsel bij een vergroting van 100×. Je ziet botcellen liggen in de tussencelstof. De botcellen liggen in kringen rondom fijne kanaaltjes. De cellen hebben uitlopers.
- Maak een schematische tekening van een kanaaltje met omliggende botcellen en tussencelstof. Noteer de titel en de vergroting bij de tekening. Geef aan: *botcel – kanaaltje – tussencelstof – uitloper*.



- Bekijk enkele botcellen bij een vergroting van 400 $\times$. Je ziet nu de uitlopers beter.
- Maak een tekening van drie botcellen met uitlopers. Noteer de titel en de vergroting bij de tekening. Geef aan: *botcel* – *tussencelstof* – *uitloper*.



2

DE FUNCTIE VAN KALKZOUTEN EN LIJMSTOF

► Basisstof 2 | ► Leerdoel 4.2.4

 15-20 minuten**WAT GA JE DOEN?**

Als je een bot een tijdje in een verdunde zoutzuuroplossing legt, verdwijnen de kalkzouten uit het bot. Het bot wordt hierdoor erg buigzaam (zie afbeelding 1). Als je een bot in een vlam houdt, verbrandt de lijmstof. Het bot kan dan gemakkelijk breken (zie afbeelding 2).

Afb. 1 Botjes in verdund zoutzuur.**Afb. 2** Botje in een vlam.

Dit is een demonstratiepracticum. Je docent laat je verschillende botjes zien. In dit practicum beantwoord je enkele vragen over de functie van kalkzouten en lijmstof in botweefsel.

OPDRACHTEN

1

Je docent heeft een botje enige tijd in een zoutzuuroplossing gelegd. Daarna is het botje schoongespoeld. Door het zoutzuur verdwijnen de kalkzouten uit het bot.

- a** Wat is er veranderd aan de stevigheid (hardheid) en de buigzaamheid van het botje?
- b** Wat is de functie van kalkzouten in botweefsel?

2

Je docent heeft een botje enige tijd in een vlam gehouden. Hierdoor verdwijnt de lijmstof uit het botweefsel.

- a** Wat is er veranderd aan de stevigheid (hardheid) en de buigzaamheid van het botje?
- b** Wat is de functie van lijmstof in botweefsel?

3 DE ARMBUIGSPIER

► Basisstof 4 | ► Leerdoelen 4.4.9 en 4.O.16 | ► Leren onderzoeken 1

 40-50 minuten

WAT GA JE DOEN?

Tijdens het samentrekken treden er veranderingen op aan een spier: de spier wordt dan dikker.
In dit practicum ga je de toename in dikte vergelijken tussen armen met een kleine omvang en armen met een grote omvang. Je doet dit practicum samen met een klasgenoot.

WERKWIJZE

Voer de opdrachten in de tabel uit en vul de tabel verder in.

ONDERZOEK	TOENAME VAN DE SPIERDIKTE BIJ SAMENTREKKING				
Onderzoeksvraag	Is de toename in spierdikte in procenten bij leerlingen met dunne armen groter of kleiner dan bij leerlingen met dikke armen?				
Hypothese					
Benodigdheden	☐ een meetlint				
Werkplan	- Meet bij elkaar de omtrek van de rechterbovenarm bij gestrekte en gebogen arm. Meet op het dikste punt (zie afbeelding 3). - Noteer de gegevens op kladpapier. - Verzamel de gegevens van acht andere leerlingen.				
Resultaten	- Vul de tabel in. - Bepaal welke leerlingen een grote armomvang hebben en welke leerlingen een kleine armomvang. - Bereken de gemiddelden van leerlingen met een grote en kleine armomvang.				
	Leerling	Armomvang groot / klein	Omvang bovenarm (in cm)		Toename (in cm)
			gestrekt	gebogen	Toename (in %)
	Jezelf				
	Gemiddelde van vijf leerlingen met grote armomvang				
	Gemiddelde van vijf leerlingen met kleine armomvang				
Conclusie					

Afb. 3



1 meten bij gestrekte arm



2 meten bij gebogen arm

OPDRACHT

1

- a Waarom is het belangrijk dat je alle gegevens in een tabel zet?
- b Van de gegevens uit een tabel kun je een grafiek maken.
Waarom is dat voor dit onderzoek niet nodig?
- c Wanneer is het wel handig om een grafiek te maken?

4

GLAD SPIERWEEFSEL EN DWARSGESTREEPT SPIERWEEFSEL

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 4.4.9

⌚ 30-40 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je klaargemaakte preparaten van spierweefsel. Je maakt hiervan tekeningen. Denk hierbij aan de tekenregels.

BENODIGDHEDEN

- ☐ klaargemaakte preparaten van glad spierweefsel en dwarsgestreept spierweefsel
- ☐ een microscoop
- ☐ tekenmateriaal

WERKWIJZE

- Bekijk het preparaat van glad spierweefsel. Doe dit eerst bij een vergroting van 100× en daarna bij 400×. Je kunt cellen zien.
- Maak een tekening van glad spierweefsel. Geef aan: *celkern* – *spiercel*.

- Bekijk het preparaat van dwarsgestreept spierweefsel. Doe dit eerst bij een vergroting van 100× en daarna bij 400×. Je ziet een bandjespatroon.
- Maak een tekening van dwarsgestreept spierweefsel. Geef aan: *celkern* – *donkere band* – *lichte band*.

5 DUBBELE-S-VORM

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 4.O.19 | ► Leren onderzoeken 3

 40-50 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum ga je een onderzoek opzetten en uitvoeren. Je onderzoekt welke invloed de vorm van de wervelkolom heeft. In de tabel staan de onderzoeksvraag, de hypothese en de benodigdheden voor het onderzoek.

WERKWIJZE

Beschrijf in de tabel een werkplan om de hypothese te toetsen. Laat je werkplan controleren door je docent. Misschien krijg je aanwijzingen hoe je het werkplan kunt verbeteren. Als je docent akkoord gaat met je opzet, kun je het werkplan uitvoeren. Noteer in de tabel de resultaten van je experiment en de conclusie die je uit de resultaten kunt trekken.

ONDERZOEK	DE FUNCTIE VAN DE VORM VAN DE WERVELKOLOM
Onderzoeksvraag	Wat is het voordeel van de dubbele-S-vorm van de wervelkolom?
Hypothese	Door de dubbele-S-vorm worden schokken minder sterk doorgegeven.
Benodigdheden	☐ 3 stukjes ijzerdraad ☐ 3 houten blokjes met een gaatje voor een ijzerdraadje ☐ 3 houten kralen (zie afbeelding 4) Afb. 4 

Werkplan									
Resultaten	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Hoe erg wiebelt het?</th><th>Model</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>wiebelt weinig</td><td></td></tr> <tr> <td>wiebelt een beetje</td><td></td></tr> <tr> <td>wiebelt veel</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Hoe erg wiebelt het?	Model	wiebelt weinig		wiebelt een beetje		wiebelt veel	
Hoe erg wiebelt het?	Model								
wiebelt weinig									
wiebelt een beetje									
wiebelt veel									
Conclusie									

6

ZITTEN OP SCHOOL

► Basisstof 5 | ► Leerdoelen 4.5.11 en 4.0.16 | ► Leren onderzoeken 1


20-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

Een goede zithouding kan klachten aan de wervelkolom voorkomen.

In dit practicum onderzoek je je zithouding op school.

Je doet dit practicum samen met een klasgenoot.

Voer de opdrachten in de tabel uit en vul de tabel verder in.

Onderzoek	MIJN ZITHOUDING OP SCHOOL																			
Onderzoeksvraag	Is mijn zithouding op school goed?																			
Hypothese																				
Benodigdheden	☐ een meetlint																			
Werkplan	Ga rechtop zitten en houd je armen gebogen (zie afbeelding 5). Laat je klasgenoot de afstand opmeten van de onderkant van je elleboog tot de zitting van je stoel (1). Noteer deze afstand. Zet je voeten plat op de grond. Laat je klasgenoot de afstand opmeten van je knieholte tot de grond (2). Noteer deze afstand. Meet de hoogte van je stoel (3). Meet ook de hoogte van je tafel (4). Noteer deze hoogten. Bepaal wat voor jou de ideale hoogte van je tafel en stoel zou zijn: Voor de ideale hoogte van de tafel tel je de afstand van je knieholte tot de grond en de afstand van je elleboog tot de zitting van je stoel bij elkaar op. De ideale hoogte van je stoel is de afstand tussen je knieholten en de grond.	Afb. 5 Zitten op school. The diagram illustrates a person sitting at a desk. Four measurement points are indicated: 1 (distance from elbow to chair seat), 2 (distance from knee to floor), 3 (chair height), and 4 (desk height).																		
Resultaten	Zet alle gegevens in de tabel. <table><tr><td>1</td><td>afstand tussen elleboog en zitting</td><td>..... cm</td></tr><tr><td>2</td><td>afstand tussen knieholte en grond</td><td>..... cm</td></tr><tr><td>3</td><td>hoogte van mijn stoel</td><td>..... cm</td></tr><tr><td>4</td><td>hoogte van mijn tafel</td><td>..... cm</td></tr><tr><td></td><td>ideale hoogte van mijn stoel (2)</td><td>..... cm</td></tr><tr><td></td><td>ideale hoogte van mijn tafel (1 + 2)</td><td>..... cm</td></tr></table> Is de hoogte van je stoel goed, te laag of te hoog? Leg je antwoord uit. Is de hoogte van je tafel goed, te laag of te hoog? Leg je antwoord uit.		1	afstand tussen elleboog en zitting	 cm	2	afstand tussen knieholte en grond	 cm	3	hoogte van mijn stoel	 cm	4	hoogte van mijn tafel	 cm		ideale hoogte van mijn stoel (2)	 cm		ideale hoogte van mijn tafel (1 + 2)	 cm
1	afstand tussen elleboog en zitting	 cm																		
2	afstand tussen knieholte en grond	 cm																		
3	hoogte van mijn stoel	 cm																		
4	hoogte van mijn tafel	 cm																		
	ideale hoogte van mijn stoel (2)	 cm																		
	ideale hoogte van mijn tafel (1 + 2)	 cm																		
Conclusie																				

7

SPIERMASSA EN KRACHT VERGELIJKEN

► Basisstof 6 | ► Leerdoelen 4.6.12 en 4.O.16 | ► Leren onderzoeken 1 en 2

 40-50 minuten

WAT GA JE DOEN?

Bij de meeste mensen zijn beide armen niet even sterk. De arm waarmee je schrijft, noemen we dominant. Als je rechts bent, is je rechterarm dominant en als je links bent je linkerarm.

In dit practicum ga je het verschil tussen je dominante arm en je andere arm vergelijken. Je doet dit practicum samen met een klasgenoot.

Voer de opdrachten in de tabel uit en vul de tabel verder in.

ONDERZOEK	SPIERMASSA EN KRACHT VERGELIJKEN
Onderzoeksvraag	Is iemands dominante arm ook zijn sterkste arm?
Hypothese	
Benodigdheden	☐ een meetlint ☐ een weegschaal
Werkplan	• Ga rechtop achter een tafel zitten. Leg je handen op het tafelblad met je handpalmen naar beneden. Zorg dat je ellebogen aansluiten bij je heupen en dat je onderarmen een rechte hoek maken met je bovenarmen. • Druk zo hard mogelijk op de tafel en laat je klasgenoot met het meetlint de omvang meten van je bovenarmspieren. Gebruik hierbij alleen je bovenarmspieren en onderarm. Leun dus niet naar voren om meer kracht uit te oefenen. Noteer de meetresultaten. • Laat je klasgenoot hetzelfde doen. Meet de omvang van zijn of haar bovenarmspieren en noteer de meetresultaten. • Zet een weegschaal op tafel. • Ga rechtop achter de tafel zitten. Draai je kruk omhoog of ga op wat boeken zitten waardoor je weer een rechte hoek kunt maken tussen je onder- en bovenarm. • Leg een van je handen op de weegschaal. Je handpalm wijst weer naar beneden. Druk zo hard je kunt met je hand op de weegschaal. Gebruik ook nu alleen je bovenarmspieren en onderarm; leun niet voorover. Laat je klasgenoot aflezen hoeveel kracht jij uitoefent en noteer het meetresultaat. • Herhaal de meting met je andere hand. • Laat je klasgenoot hetzelfde doen en noteer de meetresultaten.
Resultaten	• Verzamel de resultaten van jezelf, je klasgenoot en nog vier andere leerlingen. • Geef de resultaten weer in een tabel. Bereken daarbij ook het gemiddelde resultaat.
Conclusie	

8

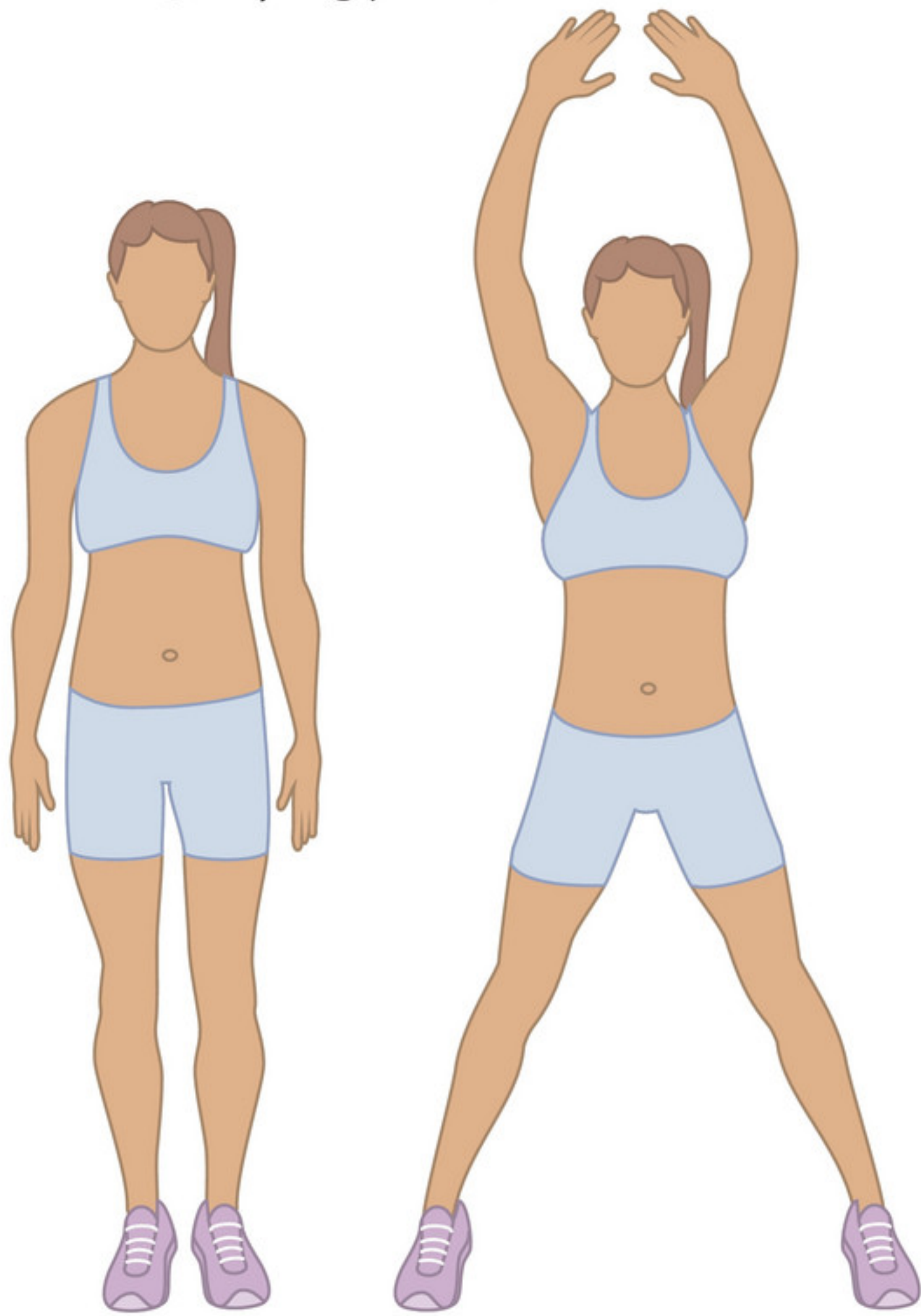
SPORTEN EN HARTSLAG

► Basisstof 6 | ► Leerdoelen 4.6.13, 4.O.17 en 4.O.18 | ► Leren onderzoeken 2

 50-70 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je of het aantal uur sporten in de week invloed heeft op je hartslag tijdens het sporten. Je gebruikt de gegevens van de hele klas.
Je doet dit practicum samen met een klasgenoot.

ONDERZOEK	SPIERMASSA EN KRACHT VERGELIJKEN
Onderzoeksvraag	Heeft het aantal uur dat je sport in de week invloed op je hartslag tijdens het sporten?
Hypothese	
Benodigdheden	☐ een stopwatch ☐ een hartslagmeter
Werkplan	• Noteer van jezelf en van je klasgenoot hoeveel uur jullie (gemiddeld) sporten in de week. • Doe de hartslagmeter om. Doe 30 s lang jumping jacks naast je tafel (zie afbeelding 6). Je klasgenoot houdt de 30 s bij met de stopwatch. • Lees direct daarna je hartslag af op de hartslagmeter. Noteer je hartslag. • Laat je klasgenoot 30 s lang jumping jacks doen. Houd de tijd bij met de stopwatch. Direct na de 30 s lees je de hartslag af op de hartslagmeter. Noteer deze hartslag. Afb. 6 Jumping jacks. 
Resultaten	• Maak een tabel waarin je van iedere leerling uit je klas de naam, het aantal uur sporten per week en de hartslag na 30 s jumping jacks kunt noteren. Zet de naam van alle leerlingen in de tabel. • Noteer de resultaten van jezelf en je klasgenoot in de tabel. Verzamel ook de resultaten van de andere leerlingen uit je klas in de tabel. • Reken uit wat per aantal uur sporten per week de gemiddelde hartslag is. Noteer deze gemiddelden in een nieuwe tabel. • Bedenk welke grafiek je het best kunt maken om je resultaten weer te geven. Vraag eventueel hulp van je docent. Maak de grafiek.
Conclusie	

9

VOETAFDrukKEN MAKEN

▶ Extra 7 | ▶ Leerdoel 4.7.14

 50 minuten**WAT GA JE DOEN?**

In dit practicum bekijk je de voetafdruk van een belaste en een onbelaste voet.

BENODIGDHEDEN

- ☐ een afwasbak met water
- ☐ een (niet te glad) stuk karton
- ☐ een handdoek
- ☐ een viltstift

WERKWIJZE

- Bekijk afbeelding 7.
- Maak een voetafdruk van je linkervoet. Maak daartoe de onderkant van je linkervoet nat en ga met deze voet op de linkerhelft van het karton staan. Je voet wordt door het staan *belast*.
- Maak op dezelfde manier op de rechterhelft van het karton een voetafdruk van je linkervoet, maar dan *onbelast*. Ga daartoe op een stoel zitten.
- Laat de voetafdrukken drogen. Omlijn de afdrukken met viltstift, net voordat het karton droog is.

Afb. 7



1 een voetafdruk maken van een belaste voet



2 een voetafdruk maken van een onbelaste voet

OPDRACHT

1

- a Welk verschil zie je tussen de afdruk van een belaste voet en die van een onbelaste voet?
- b Leg uit hoe dit verschil wordt veroorzaakt.
- c Wat voor voet heb je zelf: een normale voet, een holle voet of een platvoet? Bekijk daarvoor de afdruk van de belaste voet.

Samenvatting

BASIS 1

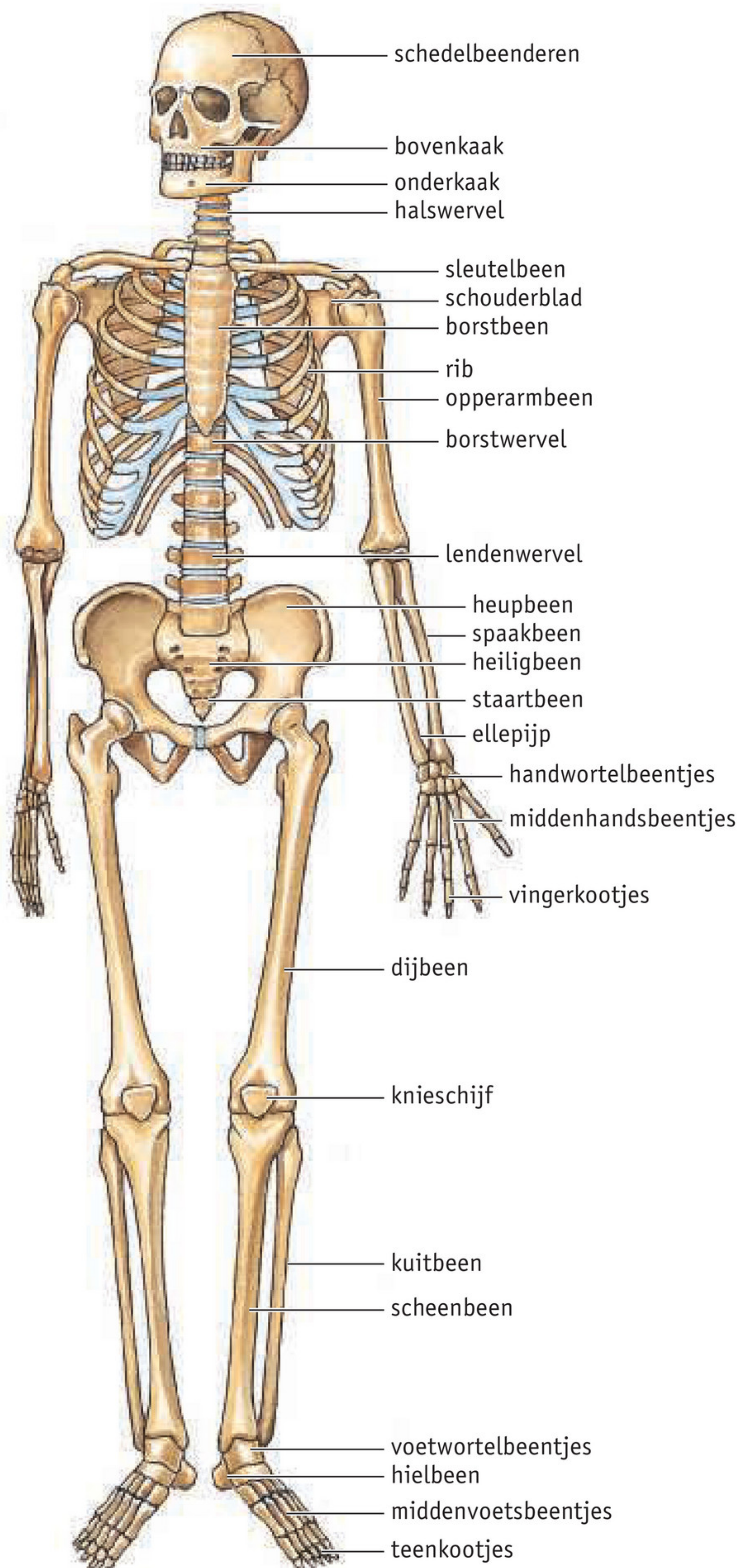
HET SKELET

1 Je kent de delen van het lichaam.

- Delen van het lichaam: hoofd, romp, ledematen.
 - ledematen: armen en benen

2 Je kunt in een afbeelding van het skelet de botten benoemen.

- Het skelet (geraamte) bestaat uit botten (beenderen).



3 Je kunt de functies van het skelet noemen.

- Vier functies:
 - stevigheid geven, zodat je rechtop kunt staan
 - beweging mogelijk maken
 - bescherming bieden aan kwetsbare organen
 - vorm geven aan het lichaam
- De vorm van het skelet en de botten heeft te maken met de functie.

BASIS 2

DE BOUW VAN BOTTEN**4 Je kunt de bouw van botweefsel en kraakbeenweefsel beschrijven.**

- Botten bevatten beenmerg.
 - Rood beenmerg bevindt zich in de koppen van pijpbeenderen en in platte beenderen. In rood beenmerg ontstaan bloedcellen.
 - Geel beenmerg bevindt zich in de mergholte van pijpbeenderen. Het bevat vet.
- Kraakbeenweefsel is stevig en heel buigzaam.
 - Kraakbeencellen liggen in groepjes bij elkaar in elastische tussencelstof.
 - Kraakbeen bevat veel collageen (lijmstof).
- Botweefsel is heel stevig en een beetje buigzaam.
 - Botcellen liggen in de tussencelstof in kringen rondom kanaaltjes.
 - Kalkzouten in de tussencelstof geven stevigheid (hardheid). Kalkzouten lossen op in zoutzuur.
 - Collageen (lijmstof) in de tussencelstof zorgt voor de buigzaamheid. Lijmstof verbrandt in een vlam.

5 Je kunt beschrijven hoe de samenstelling van botten verandert tijdens het leven.

- Tijdens het leven neemt de hoeveelheid lijmstof af en de hoeveelheid kalkzouten neemt toe.
 - Botten van baby's bestaan vooral uit kraakbeenweefsel. Tussen de schedelbeenderen zijn ruimten aanwezig: de fontanellen.
 - Bij het ouder worden verandert het kraakbeenweefsel in botweefsel. De fontanellen groeien dicht.
 - kinderen: botweefsel met veel lijmstof en weinig kalk
 - ouderen: botweefsel met weinig lijmstof en veel kalk
- Kraakbeen zit bij volwassenen:
 - in de oorschelp
 - in de neus
 - tussen de ribben en het borstbeen
 - tussen de wervels van de wervelkolom

BASIS 3

BEENVERBINDINGEN**6 Je kunt de beenverbindingen beschrijven.**

- Verbindingen waarbij geen beweging mogelijk is:
 - vergroeid (bijv. heiligbeen, staartbeen)
 - door een naad (bijv. tussen de schedelbeenderen)
- Verbindingen waarbij wel beweging mogelijk is:
 - kraakbeen, een beetje beweging mogelijk (bijv. tussen de ribben en het borstbeen)
 - gewricht, veel beweging mogelijk (bijv. tussen de botten van de hand)

7 Je kunt de bouw van een gewricht beschrijven.

- Bij een gewricht draait de gewrichtskogel in de gewrichtskom.
- Kraakbeenlaagjes:
 - gaan slijtage tegen
 - maken de beweging soepeler

- Gewrichtskapsel:
 - houdt de botten op hun plaats
 - geeft gewrichtssmeer af, waardoor de botten soepel kunnen bewegen
 - Kapselbanden: extra versteviging om een gewricht.
- 8 Je kunt de werking van een kogelgewricht, een scharniergewricht en een rolgewricht beschrijven.**
- Kogelgewricht:
 - draaiende beweging mogelijk (bijv. schoudergewricht, heupgewricht)
 - Rolgewricht:
 - het ene bot draait in de lengteas om het andere bot (bijv. spaakbeen en ellepijp)
 - Scharniergewricht:
 - alleen beweging heen en terug mogelijk (bijv. ellebooggewricht, kniegewricht)

BASIS 4

SPIEREN

9 Je kunt de bouw en werking van spieren beschrijven.

- Spierstelsel: alle skeletspieren samen.
- Skeletspieren zitten met pezen vast aan botten.
 - aanhechtingsplaats: de plaats waar een spier aan een bot vastzit
 - pezen: de uitlopers van de spierschede
 - Skeletspieren bestaan uit meerdere spierbundels die elk uit spiervezels bestaan.
- Spieren kunnen een bot bewegen door samen te trekken.
 - Een spier die zich samentrekt, wordt korter en dikker.
 - De spier trekt de botten dan naar elkaar toe.
 - De kracht en snelheid waarmee een spier samentrekt, hangen af van het aantal spiervezels dat samentrekt.
- Antagonistisch paar: twee spieren met een tegengestelde werking.
 - Om een bot te bewegen zijn twee spieren nodig, bijv. biceps (armbuigspier) en triceps (armstrekspier).
- Twee typen spierweefsel zijn dwarsgestreept spierweefsel en glad spierweefsel.
 - Dwarsgestreept spierweefsel komt voor in skeletspieren. De streepjes ontstaan door overlap van eiwitten. Kan snel en krachtig samentrekken, maar raakt snel vermoeid.
 - Glad spierweefsel komt voor in orgaanspieren. Het bestaat uit langwerpige spiercellen. Trekt langzaam en minder krachtig samen, maar raakt niet snel vermoeid.
 - Hartspierweefsel heeft kenmerken van dwarsgestreept en van glad spierweefsel. Het is dwarsgestreept, maar raakt niet snel vermoeid.
- Dwarsgestreept spierweefsel bevat verschillende typen spiervezels.
 - Snelle spiervezels kunnen snel en krachtig samentrekken, maar raken snel vermoeid.
 - Langzame spiervezels raken niet snel vermoeid, maar kunnen minder kracht zetten.

10 Je kunt voorbeelden noemen van bewuste en onbewuste spierbewegingen.

- Behalve skeletspieren heb je ook spieren in je organen.
 - Deze spieren bewegen zonder dat je je daar bewust van bent, bijv. spieren in maag en darmen, hart, huidspiertjes.

BASIS 5

DE WERVELKOLOM

11 Je kunt aangeven wat een goede lichaamshouding is en waarom deze belangrijk is.

- Dubbele-S-vorm: de vorm van de wervelkolom.
 - De wervels zijn verbonden door tussenwervelschijven.
 - Tussenwervelschijf: geleïachtige kern omgeven door kraakbeen.
- Lichaamshouding: de manier waarop je staat en zit.
 - Bij een goede lichaamshouding heeft de wervelkolom een dubbele-S-vorm.
 - Goede zithouding: zowel je armen als je benen maken een rechte hoek.
- Bochel (kromme rug): kan ontstaan door veel omlaag kijken op beeldschermen.
- Goed gebruik van beeldschermen:
 - Houd je hoofd rechtop.
 - Gebruik het scherm niet langer dan een halfuur achter elkaar.
 - Ga op je buik liggen bij lezen, tv-kijken, gamen en telefoongebruik.
 - Ga voor op de stoel zitten met één voet naar achteren.
- Door goed tillen kun je rugklachten voorkomen.

BASIS 6

GEZOND BEWEGEN

12 Je weet dat spieren sterker worden door training.

- Spieren worden dikker als je ze vaak gebruikt.
 - Ze kunnen dan meer kracht uitoefenen (betere prestaties).
 - Je krijgt minder snel een blessure (beschadiging).
- Spierpijn: doordat afvalstoffen achterblijven in de spieren.
 - Warming-up, rekoefeningen en coolingdown helpen spierpijn te voorkomen.
 - De kans op spierpijn vermindert door vaker trainen.

13 Je kunt uitleggen dat lichaamsbeweging goed is voor je gezondheid.

- Lichaamsbeweging is goed voor je gezondheid:
 - Het geeft ontspanning.
 - Het geeft een betere conditie.
 - Het helpt om klachten te voorkomen.
- Lichaamsbeweging ondersteunt de motorische ontwikkeling:
 - De coördinatie verbetert.
 - Snelheid en nauwkeurigheid van je bewegingen verbeteren.
- Motorisch geheugen: de juiste coördinatie van een beweging zonder dat je je spieren bewust aanstuurt (bijv. fietsen).
- RSI: *repetitive strain injury*, blessure door herhaalde beweging.
 - pijn in schouder, arm, nek en/of hoofd
 - Begint met tintelingen, vermoeidheid en gevoeligheid.
 - Regelmatig bewegen en een goede houding verminderen de kans op klachten.

EXTRA 7

VORM EN FUNCTIE VAN BOTTEN (VERDIEPING)

14 Je kunt het verband tussen de vorm en de functie van botten beschrijven.

- Tussen het skelet van zoogdieren en het skelet van mensen zijn veel overeenkomsten.
 - Bij veel zoogdieren ontbreken bepaalde botten in het skelet, bijv. de knieschijf.
 - De verschillen (vorm) hangen samen met verschillen in leefwijze (functie).
- De vorm van de poten van een dier heeft te maken met de voortbeweging van het dier.
 - zoolgangers: lopen op de hele voetzool, bijv. beren, mensen
 - teengangers: lopen op de tenen, bijv. katten
 - topgangers (hoefgangers): lopen op de toppen van de tenen, bijv. paarden
- De onderkant van je voeten is gewelfd (gebogen).
 - Door deze vorm zijn de voeten beter in staat gewicht te dragen (functie).

EXTRA 8

BLESSURES (VERBREDING)**15 Je kunt oorzaken en gevolgen van enkele blessures noemen.**

- Blessure: beschadiging aan spieren, botten of gewrichten.
 - oorzaken: o.a. ruwheid, ongetraind zijn, oververmoeidheid, overbelasting, slecht weer, slechte sportuitrusting
- Spierscheuring: een beschadiging van een spier.
 - oorzaak: te sterke inspanning of een plotselinge beweging
- Botbreuk: een bot breekt in twee (of meer) delen.
 - Zetten van een bot: de delen van het gebroken bot in de goede stand brengen.
 - De delen van het bot groeien weer aan elkaar.
- Voetbalknie: in het kniegewricht is een meniscus beschadigd.
 - oorzaak: bijv. een draaibeweging van het lichaam, terwijl het onderbeen blijft staan
 - Vaak moet een beschadigde meniscus operatief worden behandeld.
- Kneuzing: beschadiging van weefsel door een val, duw, stomp of trap.
 - blauwe plek: inwendige bloeding
 - zwelling: ophoping van vocht

Door koelen kun je de zwelling tegengaan en de pijn verminderen.
- Verzwikking: kneuzing van het gewricht; beschadiging van het gewrichtskapsel en de kapselbanden, bijv. een verzwikte enkel.
 - Bij een ernstige verzwikking kunnen het gewrichtskapsel en de kapselbanden scheuren.
- Ontwrichting: de gewrichtskogel is uit de gewrichtskom geraakt, bijv. elleboog uit de kom.
- Ontstekingen van de aanhechtingsplaatsen van spieren, bijv. tenniselleboog.
 - oorzaak: overbelasting, herhaalde bewegingen

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA**16 Je kunt nauwkeurig metingen uitvoeren.****17 Je kunt je resultaten weergeven in een staafdiagram, een lijndiagram of een cirkeldiagram.****18 Je kunt beoordelen welk type diagram geschikt is om je resultaten weer te geven.****19 Je kunt een werkplan maken voor een onderzoek.**

 Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

5

Waarneming, gedrag en regeling

Door je zintuigen houd je contact met je omgeving. Je kunt daardoor reageren op wat er om je heen gebeurt. Je reacties vormen je gedrag. Ook in je lichaam wordt gereageerd op signalen.

BASISSTOF

1	Je omgeving waarnemen	94
2	Voelen, ruiken en proeven	102
3	Horen en zien	109
4	Het zenuwstelsel	120
5	Gedrag	130
6	Regeling	138
	Samenhang	145
	<i>Van bultrug tot snotbot</i>	

EXTRA STOF

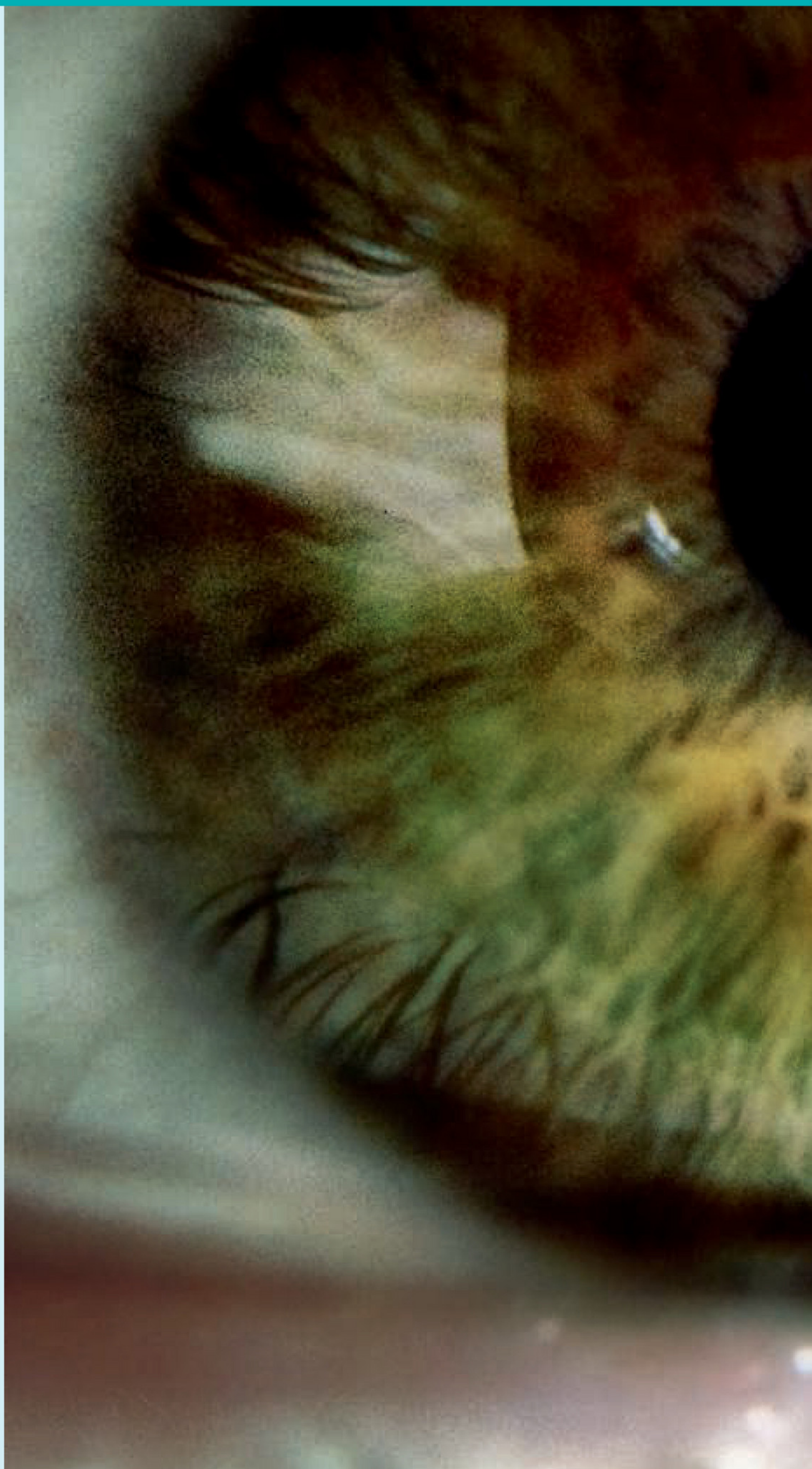
7	De hersenen	149
8	Gehoorschade	154

ONDERZOEK

	Leren onderzoeken	160
	Practica	164

AFSLUITING

	Samenvatting	171
	Diagnostische toets	





1 Je omgeving waarnemen

LEERDOELEN

5.1.1 Je kunt de werking van zintuigen beschrijven.

► Leren onderzoeken 1

5.1.2 Je kunt de zintuigen noemen met hun ligging en hun prikkel.

► Practicum 1

5.1.3 Je kunt uitleggen wanneer zintuigen prikkels omzetten in zenuwimpulsen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	5.1.1	5.1.2	5.1.3
Onthouden	1ac, 2		3ac
Begrijpen	1bde, 4, 8ab	4, 8ab	3bde, 4
Toepassen	5, 6a	6a, 10b	7
Analyseren	8c, 10c	6bc, 8c, 10ac	9, 10c

Je kunt dingen om je heen zien, horen, ruiken, proeven en voelen. Daarvoor gebruik je zintuigen. Om waar te nemen zijn ook je hersenen nodig.

WAARNEMEN

Als je chocolade ziet en ruikt, gebruik je de zintuigen in je ogen en in je neus. Deze zintuigen geven seintjes af, die via zenuwen naar je hersenen gaan. Je hersenen verwerken deze seintjes. Dan weet je dat er chocolade voor je neus staat: je neemt de chocolade waar (zie afbeelding 1).

Afb. 1 Zien en ruiken.



Om je omgeving waar te nemen, gebruik je je zintuigen. Een **zintuig** is een orgaan dat reageert op **prikkels** (bepaalde invloeden uit de omgeving). Voorbeelden van prikkels zijn licht, geluid, geur en aanraking. Doordat je zintuigen prikkels opvangen, kun je dingen waarnemen.

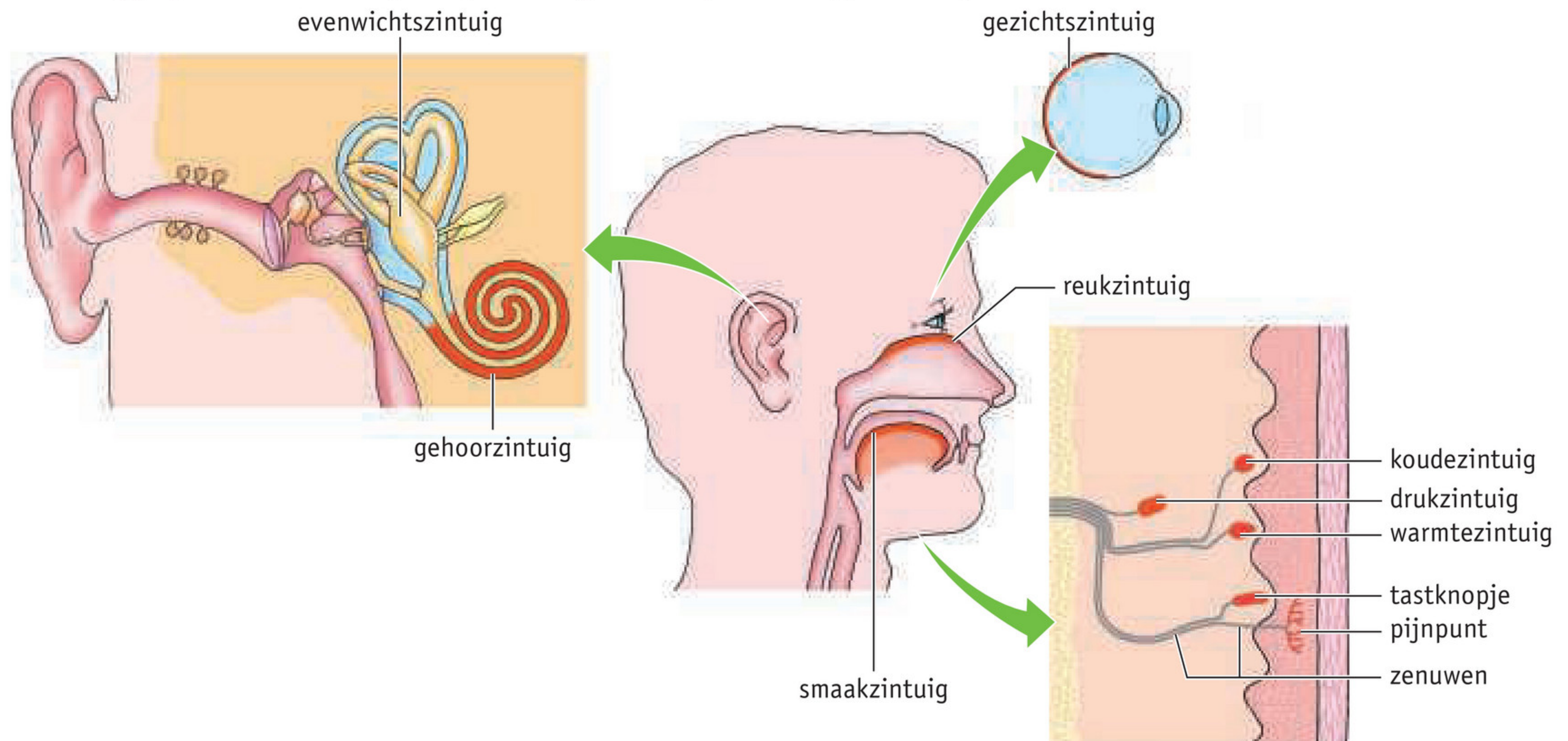
In de zintuigen liggen **zintuigcellen**. Zintuigcellen zijn aangesloten op zenuwen die verbonden zijn met de hersenen. Als zintuigcellen prikkels opvangen, ontstaan in de zintuigcellen **impulsen**, een soort elektrische signalen ('seintjes'). De zenuwen leiden de impulsen naar de hersenen.

ZINTUIGEN

De bekendste zintuigen liggen in je ogen en in je oren. Maar er liggen ook zintuigen in je neus, in je tong en in je huid. Alle zintuigen samen vormen het **zintuigenstelsel**.

In afbeelding 2 zie je enkele zintuigen. In de oren komen twee zintuigen voor: het evenwichtszintuig en het gehoorzintuig. In elk oog ligt een gezichtszintuig, in de neus ligt het reukzintuig en in de tong liggen de smaakzintuigen.

Afb. 2 Ligging van enkele zintuigen. Op de roodgekleurde plaatsen liggen zintuigcellen.



In de huid liggen vier zintuigen waarmee je iets kunt voelen: warmtezintuigen, koudezintuigen, drukzintuigen en tastzintuigen. **Warmtezintuigen** reageren wanneer de huid in aanraking komt met iets wat warmer is dan de huid. **Koudezintuigen** reageren wanneer de huid in aanraking komt met iets wat kouder is. **Drukzintuigen** reageren wanneer er op de huid wordt gedrukt. **Tastzintuigen** reageren op lichte aanrakingen. Met je tastzintuigen kun je waarnemen hoe voorwerpen aanvoelen, bijvoorbeeld glad, ruw, hard of zacht. De tastzintuigen liggen in tastknopjes.

Behalve prikkels die door zintuigen zijn opgevangen, kun je ook pijn waarnemen. Pijn neem je waar met **pijnpunten**. Dat zijn de uiteinden van bepaalde zenuwen. In afbeelding 2 zie je een pijnpunt in de huid. Pijnpunten komen op allerlei plaatsen in het lichaam voor, ook in dieper gelegen organen.

Elk zintuig is gevoelig voor een andere prikkel. In tabel 1 staan de zintuigen, hun ligging en de prikkel waar ze gevoelig voor zijn.

Tabel 1 Zintuigen, hun ligging en prikkels.

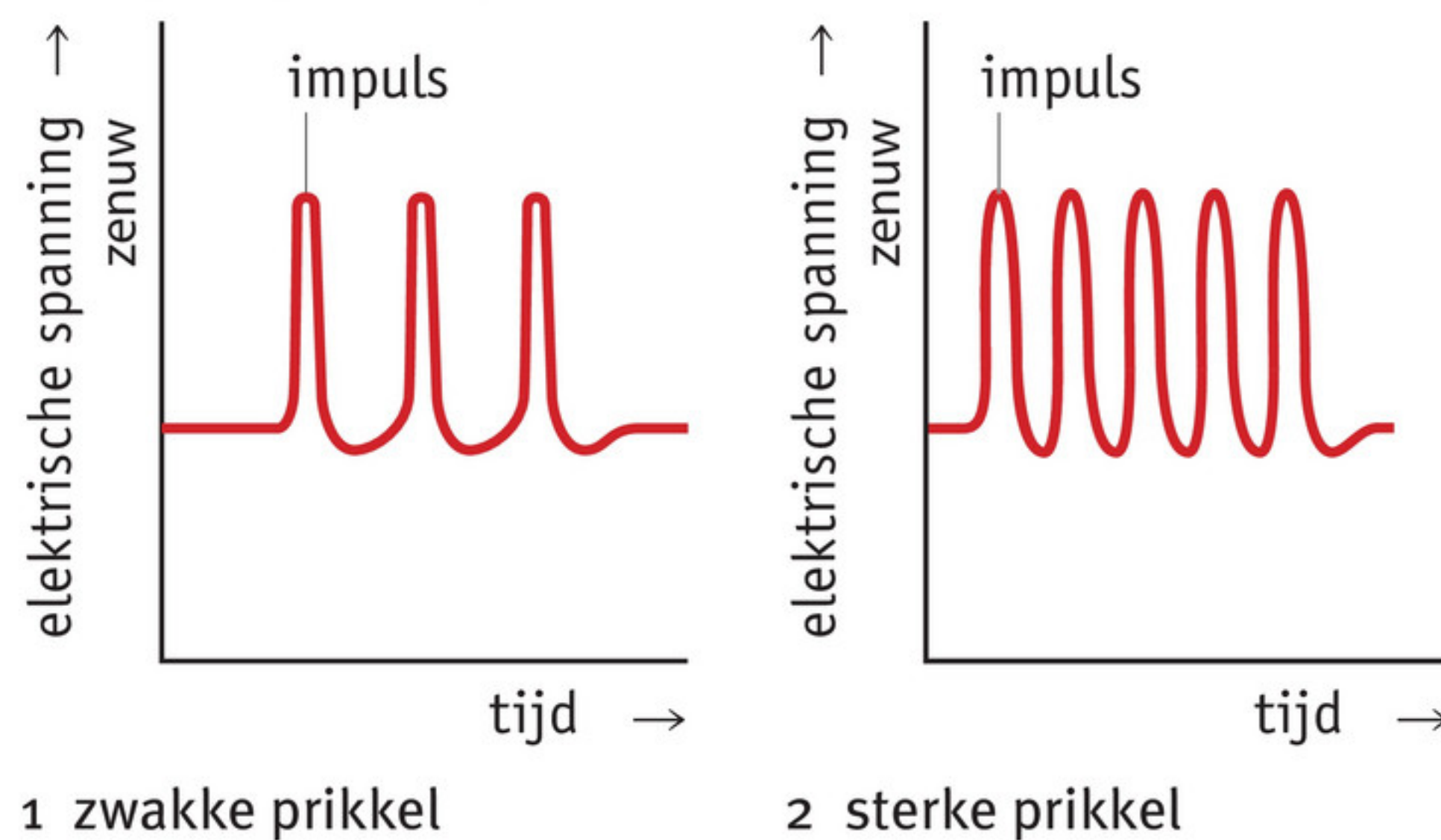
Zintuig	Ligging	Prikkel
Gezichtszintuig	in de ogen	licht
Gehoorzintuig	in de oren	geluid
Evenwichtszintuig	in de oren	zwaartekracht
Reukzintuig	in de neus	geur
Smaakzintuig	in de tong	smaak
Warmtezintuig	in de huid	warmte
Koudezintuig	in de huid	kou
Drukzintuig	in de huid	druk
Tastzintuig	in de huid	lichte aanraking

HET ONTSTAAN VAN IMPULSEN

In zintuigcellen ontstaan alleen impulsen als een prikkel sterk genoeg is. De kleinste prikkelsterkte die een impuls veroorzaakt, heet de **drempelwaarde**. Als een prikkel zwakker is dan de drempelwaarde, ontstaan er geen impulsen in de zintuigcellen. Een heel zacht geluid hoor je bijvoorbeeld niet.

Een prikkel moet eerst de drempelwaarde bereiken. Wordt de prikkel nog sterker, dan neemt de **impulsfrequentie** toe: er worden per seconde meer impulsen doorgegeven. De sterkte van het signaal (de amplitude) is bij een impuls altijd hetzelfde (zie afbeelding 3).

Afb. 3 Impulsfrequentie.



Elk type zintuigcel heeft voor elk soort prikkel een bepaalde drempelwaarde. De drempelwaarde van de zintuigcellen in je ogen is voor lichtprikkel erg laag. De zintuigcellen in je ogen zijn daardoor speciaal gevoelig voor lichtprikkel. Licht noem je daarom de **adequate prikkel** voor de zintuigcellen in je ogen. Een adequate prikkel is het type prikkel waar een zintuigcel speciaal gevoelig voor is. Voor deze prikkel heeft de zintuigcel een lage drempelwaarde.

Elk type zintuigcel heeft een eigen adequate prikkel. Toch kunnen zintuigcellen ook andere, niet-adequate prikkels waarnemen. De drempelwaarde voor niet-adequate prikkels is echter veel hoger. Als je bijvoorbeeld je ogen dichtdoet en met je vingers zacht op je ogen drukt, zie je niets. De prikkelsterkte is dan lager dan de drempelwaarde. Maar als je een flinke dreun op je ogen krijgt, zie je 'sterretjes'. Door de dreun ontstaan er in de ogen impulsen. Deze impulsen worden naar de hersenen geleid en zorgen ervoor dat je sterretjes waarneemt.

De drempelwaarde voor een prikkel is niet altijd even hoog. Na een sterke prikkel wordt de drempelwaarde voor de volgende prikkel hoger. Na een tijdje in fel licht bijvoorbeeld, zie je eerst weinig als je in een donkere omgeving komt. Pas na enkele minuten zie je meer. Wanneer een prikkel enige tijd aanhoudt, ontstaan er in de zintuigcellen minder impulsen. Dit verschijnsel heet **gewenning**. Als gevolg van gewenning voel je bijvoorbeeld na enige tijd de druk van je kleren op je lichaam niet meer. Ook dan is de drempelwaarde hoger geworden.

KENNIS

1

- a Een invloed uit de omgeving op een organisme is een
- b Waar ontstaan elektrische signaaltjes als geluid wordt opgevangen?
- c Hoe noem je deze elektrische signaaltjes?
- d Yonis heeft zijn ogen dicht. Zenna stopt iets te eten in zijn mond en vraagt hem om te zeggen wat hij proeft.
Met welk deel van zijn lichaam neemt Yonis waar wat hij eet?
- e Tijdens het proeven worden bij Yonis *impulsen* / *prikkels* vanuit zijn tong via *zenuwen* / *zintuigen* naar zijn hersenen geleid.

2

- a Wat zijn pijnpunten?
- b Waar komen pijnpunten voor in het lichaam?

3

Zintuigcellen zetten prikkels om in impulsen.

- a De kleinste prikkelsterkte die een impuls veroorzaakt, heet de *adequate prikkel* / *drempelwaarde*.
- b
 - 1 Het gevoeligst voor een prikkel is een zintuigcel met een *hoge* / *lage* drempelwaarde voor die prikkel.
 - 2 Voor een adequate prikkel heeft een zintuigcel een *hoge* / *lage* drempelwaarde.
 - 3 De reukzintuigcellen van een hond hebben een *hoge* / *lage* drempelwaarde voor geur.
 - 4 Bij een niet-adequate prikkel moet de prikkelsterkte *hoger* / *lager* zijn om de drempelwaarde te overschrijden.
- c Lieke legt een muntje op de hand van Filip. Eerst voelt Filip de druk van het muntje. Na een tijdje voelt Filip het muntje niet meer.

Hoe noem je dit verschijnsel?
- d Filip voelt de druk van een muntje dat enige tijd op zijn hand ligt niet meer.
Dat komt doordat de impulsfrequentie in de zintuigcellen in de huid *afneemt* / *toeneemt* wanneer een prikkel enige tijd aanhoudt.
- e Wanneer een prikkel sterker wordt, worden er per seconde steeds *meer* / *minder* impulsen doorgegeven.

4

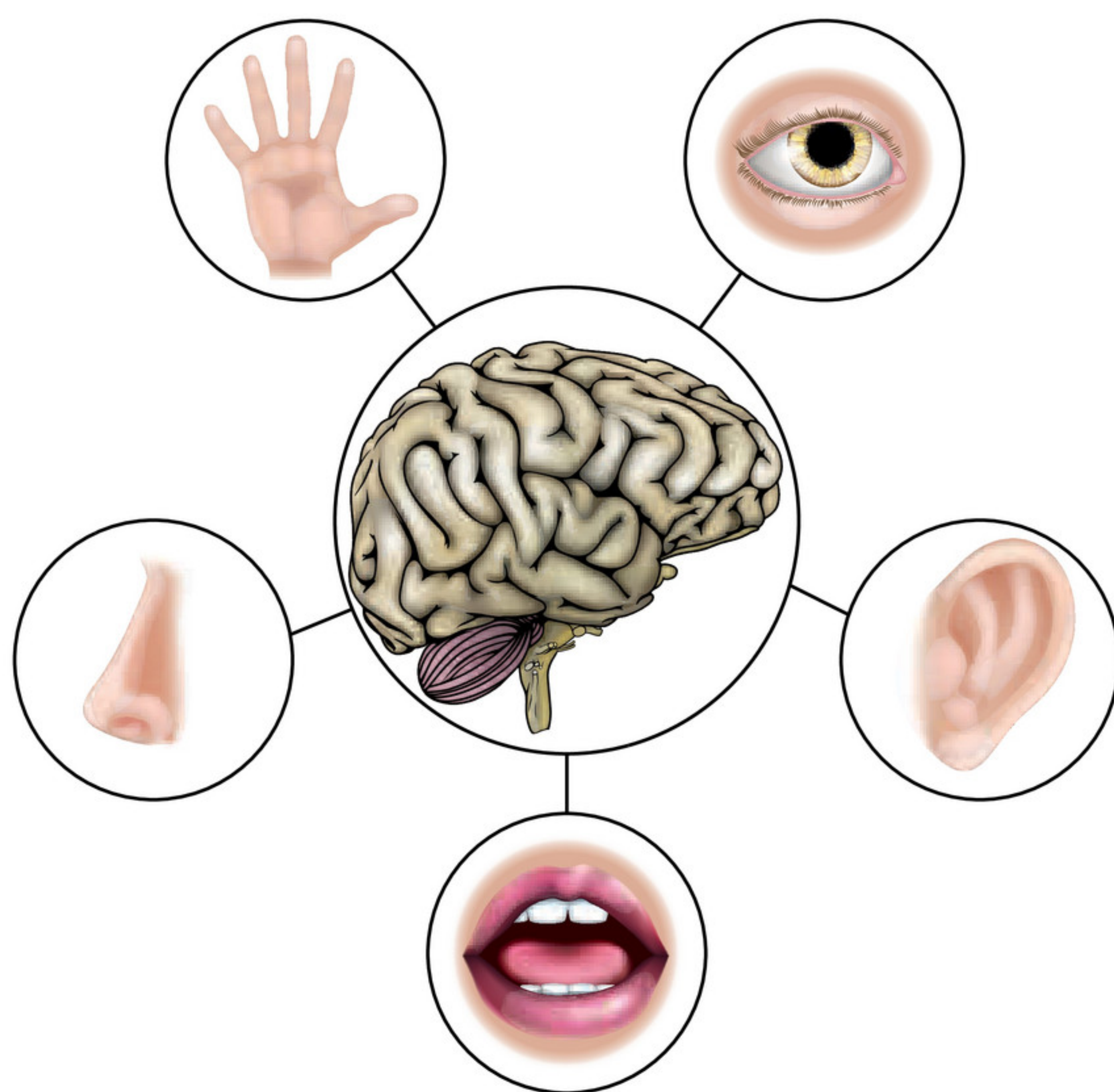


Samenvatting

Maak met behulp van afbeelding 4 een samenvatting van deze basisstof.

- Maak met behulp van de afbeelding een overzicht van de zintuigen en hun prikkel(s).
- Beschrijf de werking van zintuigen door de tekst af te maken.

Afb. 4



Een zintuig is:

Zintuigcellen in zintuigen vangen op. Hierdoor ontstaan in de zintuigcellen.

Impulsen worden van de zintuigen via naar de geleid.

De hersenen verwerken de impulsen die van de zintuigen afkomen.

- Leg uit wanneer impulsen ontstaan. Gebruik de woorden: *adequate prikkel* – *drempelwaarde* – *gewenning* – *impulsfrequentie*.

Impulsen ontstaan

.....

.....

.....

INZICHT

5

Je fietst naar school. Onderweg kom je een stoplicht tegen dat op rood springt. Zet de stappen voor deze waarneming in de juiste volgorde.

- Het stoplicht springt op rood.
- In je hersenen neem je waar dat het stoplicht op rood staat.
- Je oog vangt de lichtprikkels op.
- Zenuwen leiden de impulsen naar je hersenen.
- Zintuigcellen in je oog zetten de lichtprikkels om in impulsen.

6

Rogier is op vakantie aan zee.

- a** Met welk zintuig of met welke zintuigen neemt hij een koele zomerbries op zijn huid waar?
- b** Op een hete dag ligt Rogier in de zon op het strand.
Waarom is het belangrijk dat je met de warmtezintuigen in je huid de warmte van je omgeving (en van voorwerpen in je omgeving) kunt waarnemen?
- c** Rogier gaat eten bij een strandtent. De kok heeft aandacht besteed aan de textuur van de gerechten: sommige delen zijn zacht en sappig, andere veerkrachtig, kleverig, krokant of glad.
Met welke zintuigen in je tong neem je de textuur van voedsel waar?

7

Op het oog van Pien schijnen drie lichtprikkels A, B en C met verschillende lichtsterkte. In het diagram van afbeelding 5 zijn deze lichtprikkels weergegeven.

In een zenuw worden de impulsen van haar oog naar haar hersenen geleid. In afbeelding 6 op de volgende bladzijde is de elektrische activiteit van een deel van deze zenuw weergegeven in drie diagrammen P, Q en R.

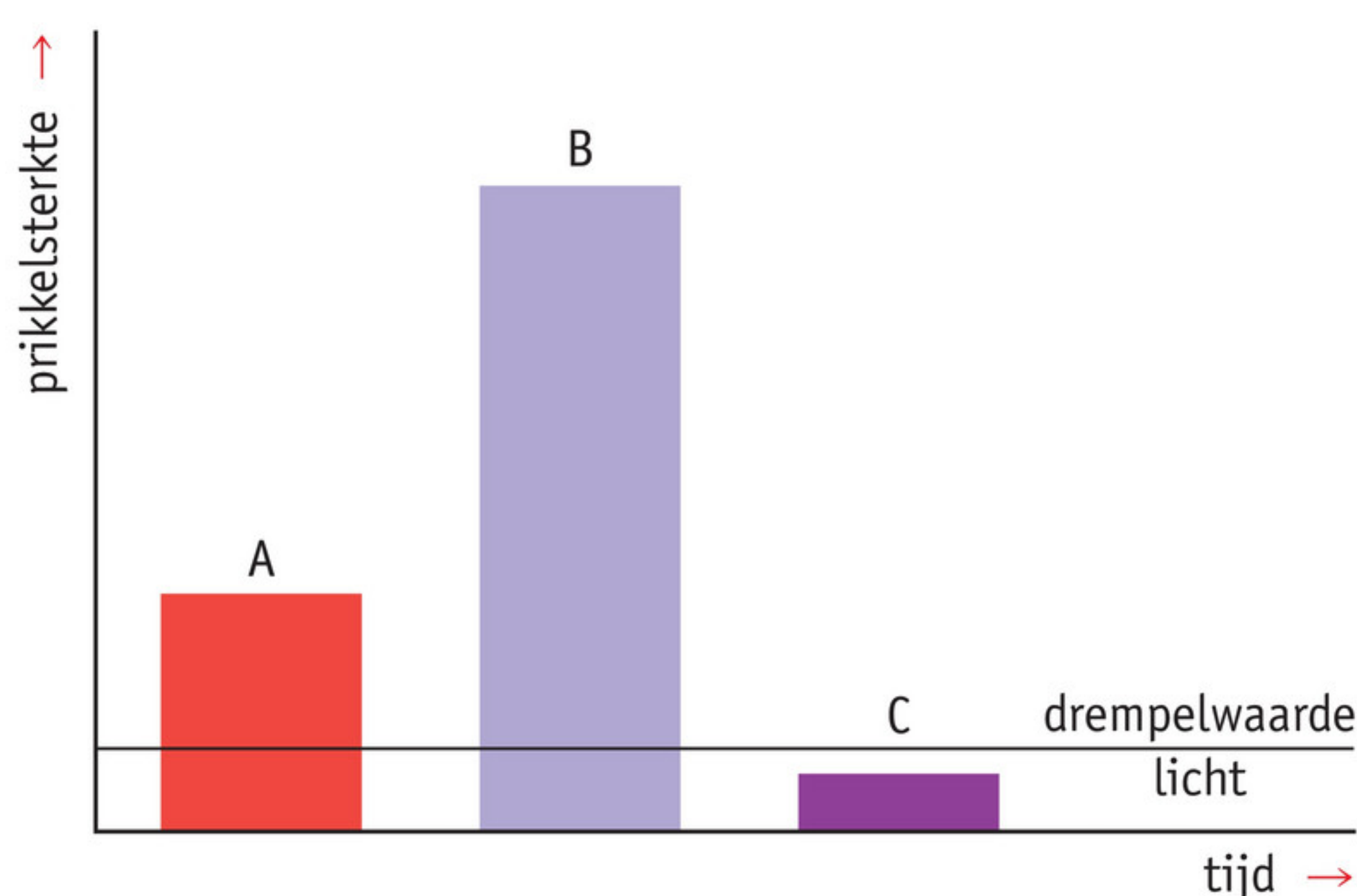
- a** Welk diagram hoort bij welke lichtprikkel?

- | | | | |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| A prikkel A | ☐ | ☐ | 1 diagram P |
| B prikkel B | ☐ | ☐ | 2 diagram Q |
| C prikkel C | ☐ | ☐ | 3 diagram R |

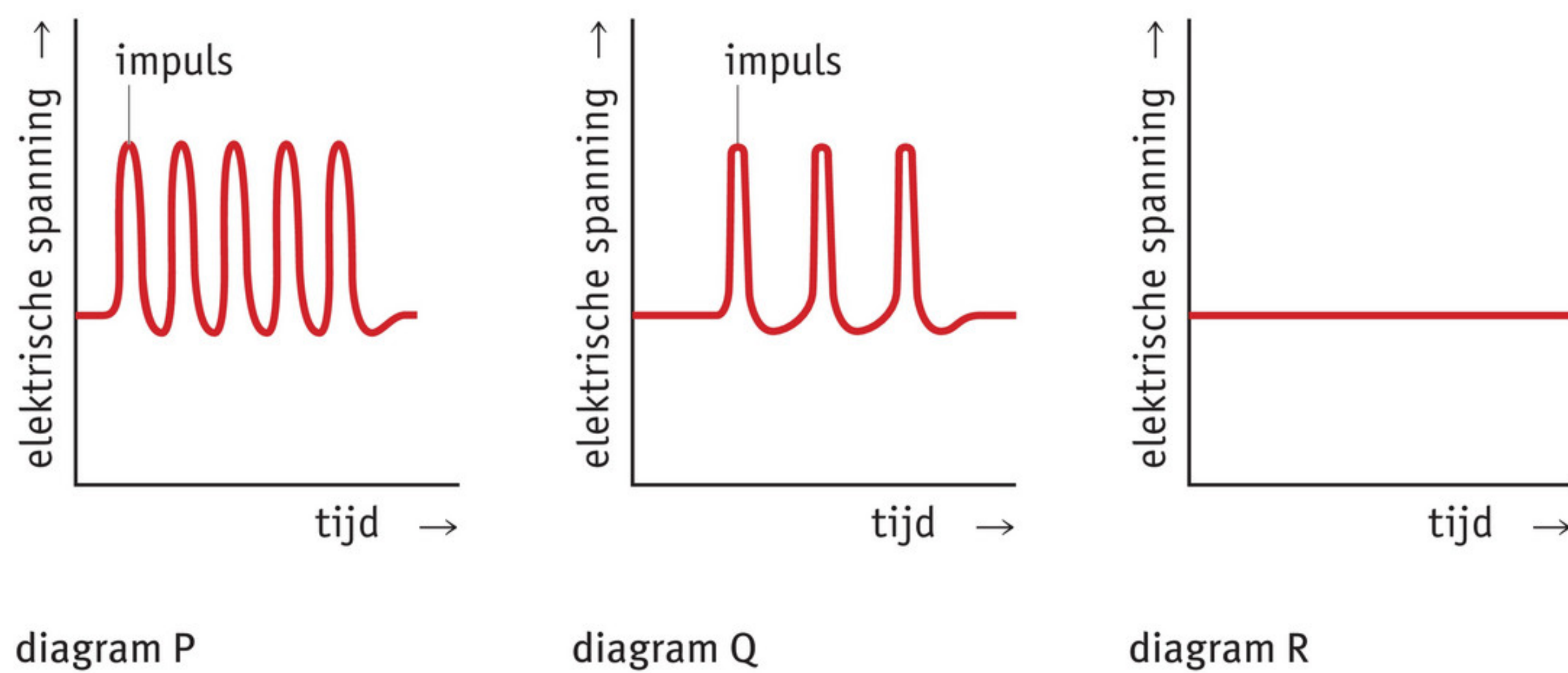
- b** Hoe hoog is de impulsfrequentie bij elke lichtprikkel?

- A o / laag / hoog
- B o / laag / hoog
- C o / laag / hoog

Afb. 5



Afb. 6



8 Lees de tekst 'Synesthesie'.

Bij mensen met synesthesie is het vermogen om impulsen van verschillende zintuigen te combineren extreem goed ontwikkeld. Maar ook mensen die geen synesthesie hebben, kunnen dat. Om dat te bewijzen ga je een experiment uitvoeren.

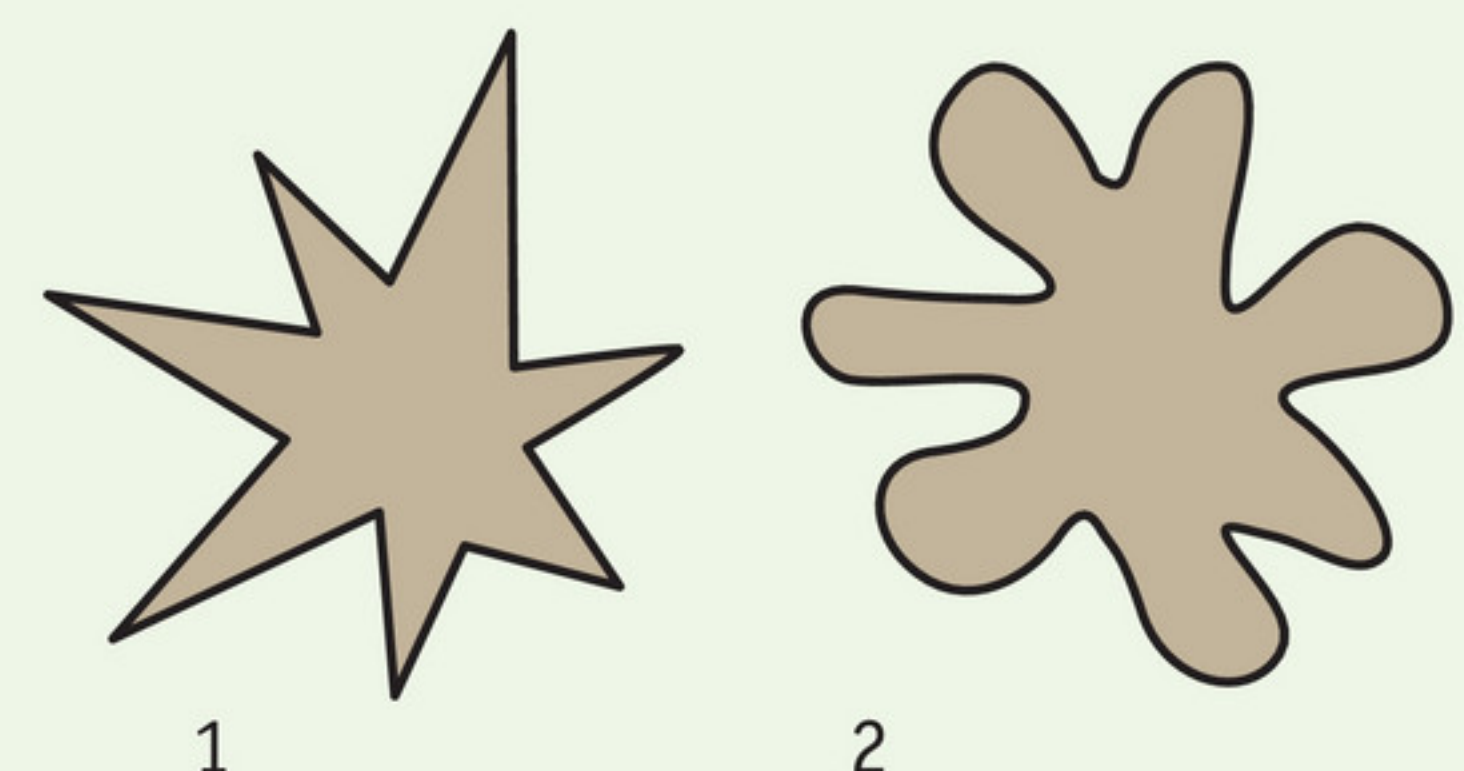
Bekijk de figuren in afbeelding 7.

- Als je zou mogen kiezen uit de namen Kiki en Bouba, welke figuur zou je dan Kiki noemen en welke Bouba?
- Stel aan negen andere mensen dezelfde vraag. Noteer het resultaat en je conclusie.
- Van welke zintuigen zijn de prikkels afkomstig die bij dit experiment in je hersenen worden gecombineerd? Leg je antwoord uit.

Afb. 7

Synesthesie

Wanneer Robin zwartgedrukte cijfers leest, neemt ze tegelijkertijd kleuren waar. Het cijfer 5 heeft voor haar bijvoorbeeld de kleur oker. De componist en pianist Franz Liszt zag kleuren bij muziek en vroeg soms aan zijn orkest om wat meer blauw te spelen in een bepaald muziekstuk. Hij ging er blijkbaar van uit dat iedereen dezelfde waarneming had. Wetenschappers noemen dit verschijnsel synesthesie, dat letterlijk 'samen waarnemen' betekent. Sommige zintuigen zijn bij synestheten (mensen met synesthesie) veel sterker aan elkaar gekoppeld dan bij andere mensen. Hierdoor worden de impulsen in de hersenen anders verwerkt dan bij de meesten van ons. Deze eigenschap van de hersenen komt maar bij weinig mensen voor en is soms erfelijk.



+ 9

Als je schoenen knellen, worden het weefsel van je huid en de bloedvaten daarin samengedrukt. Zolang je je schoenen aanhoudt, blijf je dat voelen. Er treedt geen gewenning op.

- Leg uit waarom het belangrijk is dat er geen gewenning optreedt in de drukzintuigcellen.
- Op een andere manier treedt gewenning op als je vanuit een lichte ruimte in een donkere ruimte komt. In eerste instantie zie je weinig maar na een tijdje zie je meer. Leg uit waarom je na een tijdje meer kunt zien in de donkere ruimte.

SAMENHANG beroep

WAKKER TIJDENS EEN HERSENOPERATIE

Jasmijn is neurochirurg. Ze behandelt aandoeningen van delen van het zenuwstelsel, zoals de hersenen en de zenuwen. Wanneer een patiënt een hersentumor (zwelling) heeft die operatief verwijderd kan worden, wil ze zo veel mogelijk van het tumorweefsel weghalen. Tegelijkertijd wil ze voorkomen dat ze hersenweefsel wegsnijdt dat onmisbaar is voor het verwerken van bepaalde impulsen en het uitvoeren van bepaalde taken. Dat kan door een patiënt bij kennis te houden tijdens een hersenoperatie, en hem of haar tijdens de operatie steeds bepaalde taken te laten uitvoeren. Op die manier kan de neuroloog testen of de functie van een hersengebied nog intact is. De patiënt moet bijvoorbeeld taaltesten uitvoeren of kleine oefeningen doen, zoals de linkerwijsvinger bewegen. Zo'n 'wakkere hersenoperatie' is mogelijk doordat in de hersenen geen pijnpunten voorkomen. In de weefsels die om de hersenen heen liggen, zoals de hersenvliezen, de spieren en de bloedvaatjes, komen wel pijnpunten voor.

Afb. 8 Patiënt beweegt haar vingers tijdens een wakkere hersenoperatie.



10

- a** Leg uit waarom de patiënt tijdens een wakkere hersenoperatie in het begin onder narcose is en daarna wakker wordt gemaakt.
- b** Daphne onderging een wakkere hersenoperatie terwijl de neurochirurg haar af en toe op haar viool liet spelen.
Welke zintuigen gebruikt Daphne bij het bespelen van haar viool?
- c** Zenuwen geleiden impulsen naar de hersenen toe, maar ze geleiden ook impulsen in de andere richting: van de hersenen naar delen van het lichaam.
Waaruit blijkt dat? Geef van elk een voorbeeld uit deze Samenhang.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

2 Voelen, ruiken en proeven

LEERDOELEN

5.2.4 Je kunt de bouw en functies van de huid beschrijven.

► Practica 2, 3 en 4

5.2.5 Je kunt benoemen hoe je verschillende geuren ruikt.

5.2.6 Je kunt benoemen hoe je verschillende smaken proeft.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	5.2.4	5.2.5	5.2.6	5.1.2*
Onthouden	1, 2abcd		4a	
Begrijpen	2e, 5	3, 5	4b, 5	
Toepassen	6abcd, 10c	8a, 9c		
Analyseren	6e, 7, 10abd	8bc, 9ab	8cd	10a

*Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

In de huid, je grootste orgaan, liggen verschillende zintuigen waarmee je kunt voelen. Ruiken en proeven doe je met zintuigen in je neus en je tong.

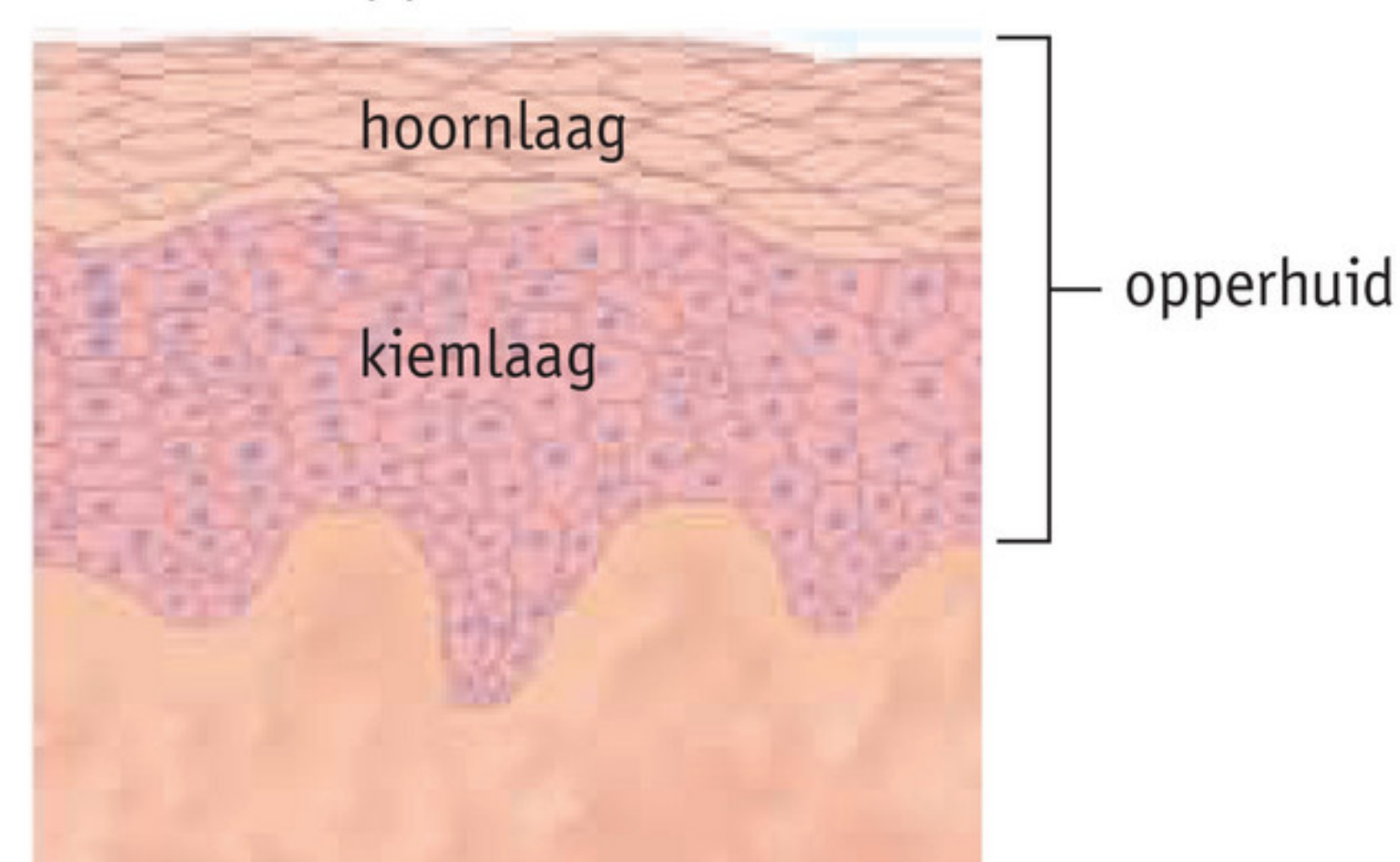
OPPERHUID

De huid bestaat uit twee delen: de opperhuid en de lederhuid. De **opperhuid** bestaat uit twee lagen: de hoornlaag en de kiemlaag (zie afbeelding 1). De **hoornlaag** bestaat uit resten van dode cellen. De hoornlaag beschermt je lichaam tegen beschadiging, tegen uitdroging en tegen ziekteverwekkers (bacteriën). De hoornlaag slijt aan de buitenkant steeds af.

De **kiemlaag** bestaat uit levende cellen. De onderste laag cellen van de kiemlaag deelt zich voortdurend.

Daardoor komen er steeds nieuwe kiemlaagcellen bij. De bovenste kiemlaagcellen schuiven op naar buiten en verhoornen. Dat wil zeggen dat ze veel hoornstof maken. Hoornstof komt ook voor in nagels en in haren. Als de cellen zijn verhoornd, sterven ze af.

Afb. 1 De opperhuid.



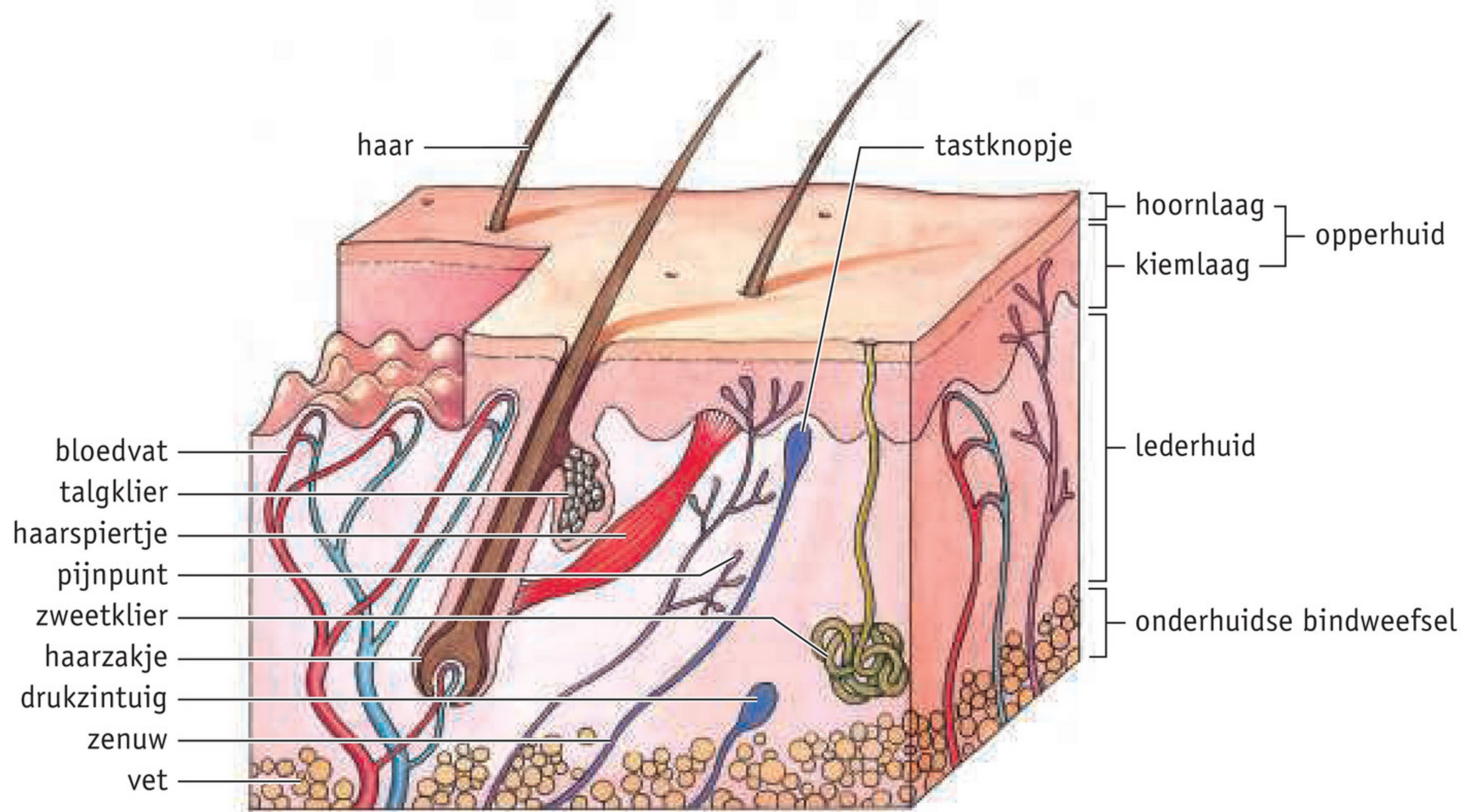
LEDERHUID

In de **lederhuid** liggen de warmte-, koude-, druk- en tastzintuigen (zie afbeelding 2). De zintuigcellen van het tastzintuig liggen in tastknopjes vlak onder de kiemlaag, net als de warmte- en koudezintuigen. De zintuigcellen van het drukzintuig liggen dieper in de huid. Verder liggen er in de lederhuid zenuwen met pijnpunten, haarspiertjes, bloedvaten en zweetklieren.

De **zweetklieren** produceren zweet, vooral als je het warm hebt. Door verdamping van zweet koelt je lichaam af. De huid helpt op deze manier bij het regelen van de lichaamstemperatuur.

Een **haartzakje** is een uitstulping van de kiemlaag in de lederhuid. Een haar groeit van onder uit het haartzakje door de opperhuid heen. In de haartzakjes bevinden zich **talgklieren**, die talg produceren. Talg is vettig en houdt de haren en de hoornlaag soepel.

Onder de huid ligt het **onderhuidse bindweefsel**. Hierin ligt vet opgeslagen dat dient als reservevoedsel. Het vet vormt een isolerende laag, die warmteverlies van het lichaam tegengaat.

Afb. 2 De huid en het onderhuidse bindweefsel.

BRANDWONDEN

Een **brandwond** is een beschadiging van de huid die wordt veroorzaakt door warmte, een chemische stof of elektriciteit. Op de plaats van een brandwond is de huid stuk en is er dus geen bescherming meer. Bacteriën kunnen dan gemakkelijk binnendringen, waardoor een infectie kan ontstaan. Ook verlies je meer vocht en warmte.

Brandwonden kunnen ernstig of minder ernstig zijn. Dat hangt af van de plaats, de grootte en de diepte van de wond. Het lichaam kan de opperhuid wel herstellen, maar als de lederhuid kapotgaat, komt die niet meer terug. In afbeelding 3 lees je wat je moet doen bij een brandwond.

Afb. 3

Eerste hulp bij brandwonden

- 1 Koel de brandwond tien minuten met lauw, zacht stromend leidingwater. Verwijder zo snel mogelijk kleding, sieraden en bij baby's de luier. Koelen vermindert pijn en haalt de hitte uit de wond. Zo wordt een brandwond niet erger.
- 2 Voorkom dat het lichaam te veel afkoelt. Koel daarom alleen de wond.
- 3 Bedek een open wond met plasticfolie, vet verband of een schone doek. Door de wond te bedekken blijft deze schoon. Ook vermindert het de pijn.
- 4 Smeer niets op de brandwond. Smeersels, zalfjes, balsems, tandpasta of andere middelen maken de wond erger. Gebruik ook geen betadine of jodium.
- 5 Waarschuw een arts bij grote blaren, een open wond en brandwonden door chemische stoffen of elektriciteit.

Bron: Brandwondenzorg Nederland.

RUIKEN EN PROEVEN

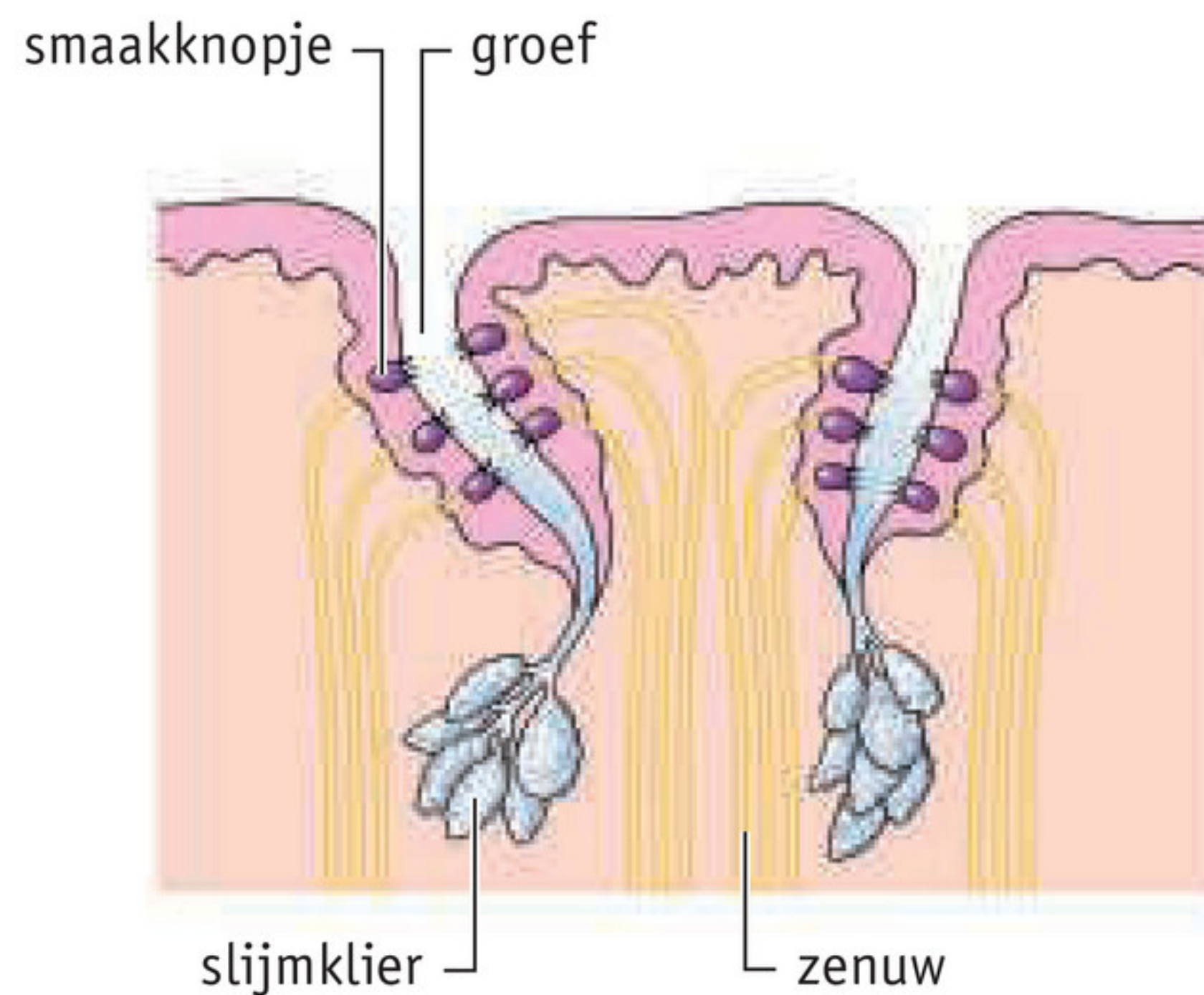
Boven in de neusholte bevindt zich het **reukzintuig**. De reukzintuigcellen liggen in het neusslijmvlies. Ze worden geprikkeld als er geurende gassen bij komen en sturen dan impulsen naar de hersenen.

De meeste geuren bestaan uit verschillende geurstoffen. In de neusholte liggen veel verschillende typen reukzintuigcellen. Elk type is gevoelig voor een bepaalde geurstof. Hierdoor ontstaat een patroon van impulsen in de reukzenuw. Je hersenen vertalen deze impulsen en je ruikt de geur.

In het oppervlak van de tong bevindt zich het **smaakzintuig**. Over je tong lopen veel fijne groefjes. Aan de zijkanten van die groefjes liggen **smaakknopjes** (zie afbeelding 4). In de smaakknopjes liggen smaakzintuigcellen.

De smaakzintuigcellen in de tong kunnen vijf verschillende smaken onderscheiden: zoet, zout, zuur, bitter en umami ('hartig'). Voor elk van deze vijf smaken zijn er aparte smaakknopjes. Alle andere smaken proef je met behulp van het reukzintuig.

Afb. 4 Smaakknopjes in de tong.



KENNIS

1

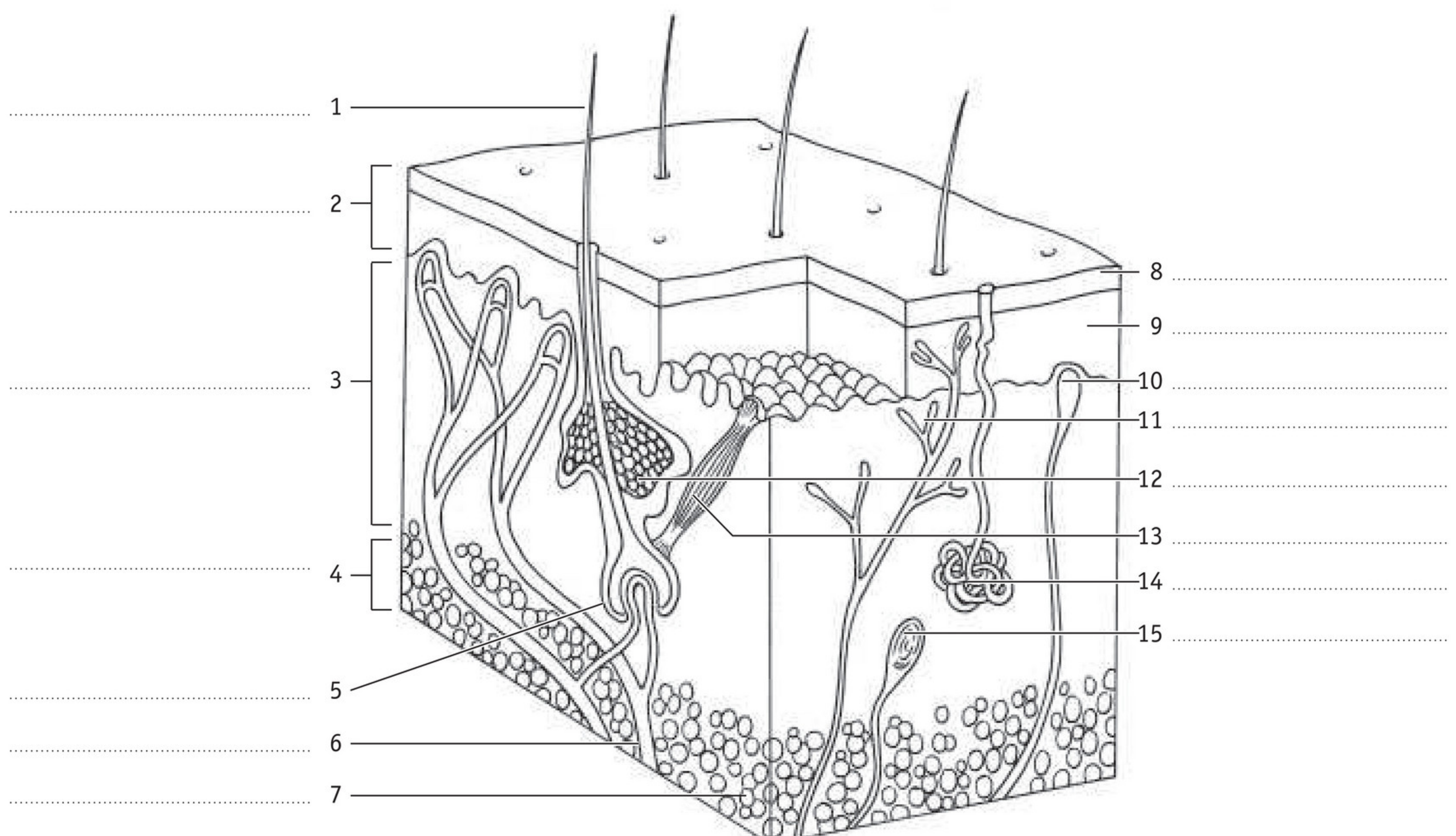
In afbeelding 5 zie je een doorsnede van de huid.

a Zet de namen bij de genummerde delen. Gebruik hierbij afbeelding 2.

b Kleur de delen in de tekening. Geef elk deel een andere kleur.



Afb. 5 Een dwarsdoorsnede van de huid.



2

Je huid is de eerste verdedigingslinie tegen schadelijke invloeden uit je omgeving. De huid beschermt je lichaam op verschillende manieren.

- a Doordat de bovenste laag van je huid zich snel vernieuwt, kunnen wondjes snel dichtgroeien. Huidschilfers vallen af van de *hoornlaag* / *kiemlaag*.
- b Als het warm is, zweet je meer.

Je lichaam koelt af door van zweet. De

huid helpt op deze manier bij het regelen van de

- c In welk deel of in welke delen van de huid komen pijnpunten voor?
- d Je huid zorgt er ook voor dat je niet uitdroogt.

Je huid blijft soepel door, die wordt afgescheiden door de

- e Bij een brandwond is de huid stuk.

Leg uit waarom je een brandwond moet afdekken met plasticfolie, steriel verband of een schone doek.

3

Parfums zijn samengesteld uit verschillende geurstoffen.

- a Waardoor kun je de verschillende geurstoffen in een parfum ruiken?
- b Hoe neem je de geur van een parfum waar?

4

Je kunt verschillende smaken proeven met je smaakzintuig.

- a Voor welke smaken heb je smaakknopjes?
- b Alle andere smaken proef je doordat het-zintuig waarneemt.

5



Samenvatting

Maak een samenvatting van deze basisstof door de tekst aan te vullen.

De bouw en functie van de huid:

- De opperhuid bestaat uit:
 -; functie:
 -; functie:
- In de lederhuid liggen
- Talg:
- Zweet:
- Onderhuidse bindweefsel:
- Een brandwond is

Ruiken, de werking van het reukzintuig:

.....

.....

.....

Proeven, de werking van het smaakzintuig:

.....

.....

.....

INZICHT

6

- a** Joshua laat een tatoeage zetten van een slang. De tekening die met inkt in zijn huid wordt ingebracht, blijft zijn hele leven zichtbaar.
Wordt de inkt ingebracht in de opperhuid of in de lederhuid? Leg je antwoord uit.
- b** Niene laat met henna tatoeages op haar handen tekenen. De hennatatoeages verdwijnen na een paar weken.
De kleurstoffen van de henna komen terecht in de *lederhuid* / *opperhuid*.
- c** Aan henna worden soms hulpstoffen toegevoegd die allergische reacties kunnen veroorzaken, zoals contacteczeem. Contacteczeem is te herkennen aan een jeukende, rode huid met kleine bultjes, blaasjes en schilfers. De blaasjes gaan vaak open.
Welke functie kan de huid hierdoor niet goed meer vervullen? Leg je antwoord uit.
- d** Waardoor heeft iemand met een dikkere huid het meestal minder snel koud?
- e** Wat gebeurt er als de haarspiertjes zich samentrekken? Kijk eventueel naar afbeelding 2.

7

- a** In de puberteit wordt de hoornlaag dikker. De talgklieren worden groter en gaan meer talg produceren.
Hoe kunnen hierdoor puistjes ontstaan?
- b** Onder invloed van hormonen slaan meisjes vanaf de puberteit gemiddeld meer vet op in hun onderhuidse bindweefsel dan jongens. In het verleden waren er perioden waarin voedsel schaars was voor mensen.
Leg uit waarom het opslaan van vet bij vrouwen dan nuttig was.

8

Het reukzintuig en het smaakzintuig werken samen bij het proeven.

- a** Als je iets goed wilt ruiken, adem je kort maar krachtig in.
Waarom doe je dat?
- b** Je kunt inademen via je neus (neusademhaling) of via je mond (mondademhaling).
Leg uit dat je met neusademhaling beter kunt reageren op situaties in je omgeving die ongezond voor je kunnen zijn.
- c** Leg uit waardoor je minder goed kunt proeven als je verkouden bent.
- d** De smaakknopjes van het smaakzintuig liggen in de zijkanten van groefjes in de tong en niet boven op de tong.
Wat is het voordeel hiervan?

+ 9

Lees de tekst 'Een gevoelige neus'.

- a** Leg uit waarom de omvang van het hersengebied voor ruiken bij verschillende diersoorten moet worden bepaald in verhouding tot het totale hersenvolume en het lichaamsgewicht.
- b** Bloedhonden (zie afbeelding 6) kunnen zo'n 10 000 keer beter ruiken dan mensen. Leg uit waarom het deel van de hersenen dat bestemd is voor het herkennen van geuren bij een bloedhond veel groter is dan bij mensen.
- c** Hoewel jij slechter kunt ruiken dan een hond, moet je de functie van je reukzintuig niet onderschatten.
Bedenk een voorbeeld waaruit blijkt dat je reukzintuig voor jou een beschermende functie kan hebben.

Afb. 6

Een gevoelige neus

Bij dieren die goed kunnen ruiken, is het hersengebied waar de impulsen van de reukzintuigcellen aankomen groter dan bij dieren die minder goed kunnen ruiken. Om het reukvermogen van verschillende diersoorten te kunnen vergelijken, hebben onderzoekers de omvang van dit hersengebied bepaald ten opzichte van het totale hersenvolume en het lichaamsgewicht van een diersoort. Door vervolgens verschillende diersoorten onderling te vergelijken, is het mogelijk om een goede indruk te krijgen van hoe sterk of zwak de reuk bij een diersoort is ontwikkeld.



SAMENHANG leefwereld

SHORTTRACKER LOOPT BRANDWONDEN OP

Shorttracker Sjinkie Knegt liep in januari 2019 over zijn hele lichaam brandwonden op. Toen hij in zijn huis een houtkachel aanstak, vatten zijn kleding en baard vlam, met zware verwondingen tot gevolg. Hij heeft bij het ongeluk eerste-, tweede- en derdegraads brandwonden opgelopen. Bij een eerstegraads verbranding is de huid niet stuk, maar meestal wel rood.

Bij een tweedegraads verbranding is de opperhuid beschadigd tot in de lederhuid. De huid kan kapot zijn en er kunnen blaren ontstaan. Bij een derdegraads verbranding zijn zowel de opperhuid als de lederhuid volledig beschadigd tot in het onderhuidse bindweefsel. Net als de meeste brandwondenslachtoffers kwam Sjinkie terecht in een van de drie brandwondencentra in Nederland. Alleen daar kunnen brandwondenslachtoffers de speciale en intensieve zorg krijgen die ze nodig hebben.

Afb. 7 Shorttracker Sjinkie Knegt in actie.



10

- a** Leg uit dat Sjinkie op de plek van een derdegraads brandwond geen pijn voelt maar rondom die plek wel.
- b** Eerstegraads brandwonden ontstaan bijvoorbeeld als je net iets te lang in de zon hebt gezeten.
Waarom hoef je een eerstegraads brandwond niet af te dekken?
- c** Waarom moet je bij een verbranding de brandwond koelen met lauw water en niet met koud water?
- d** Sjinkie heeft een aantal weken na het ongeluk een huidtransplantatie ondergaan. Huid van zijn eigen bovenbenen werd gebruikt voor transplantatie naar zijn onderbenen. Deze operatie was nodig om zijn huid te laten herstellen.
Leg uit waarom de huid bij Sjinkie alleen kan herstellen na een huidtransplantatie.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

3 Horen en zien

LEERDOELEN

5.3.7 Je kunt de delen van het oor benoemen met hun functie.

► Practicum 5

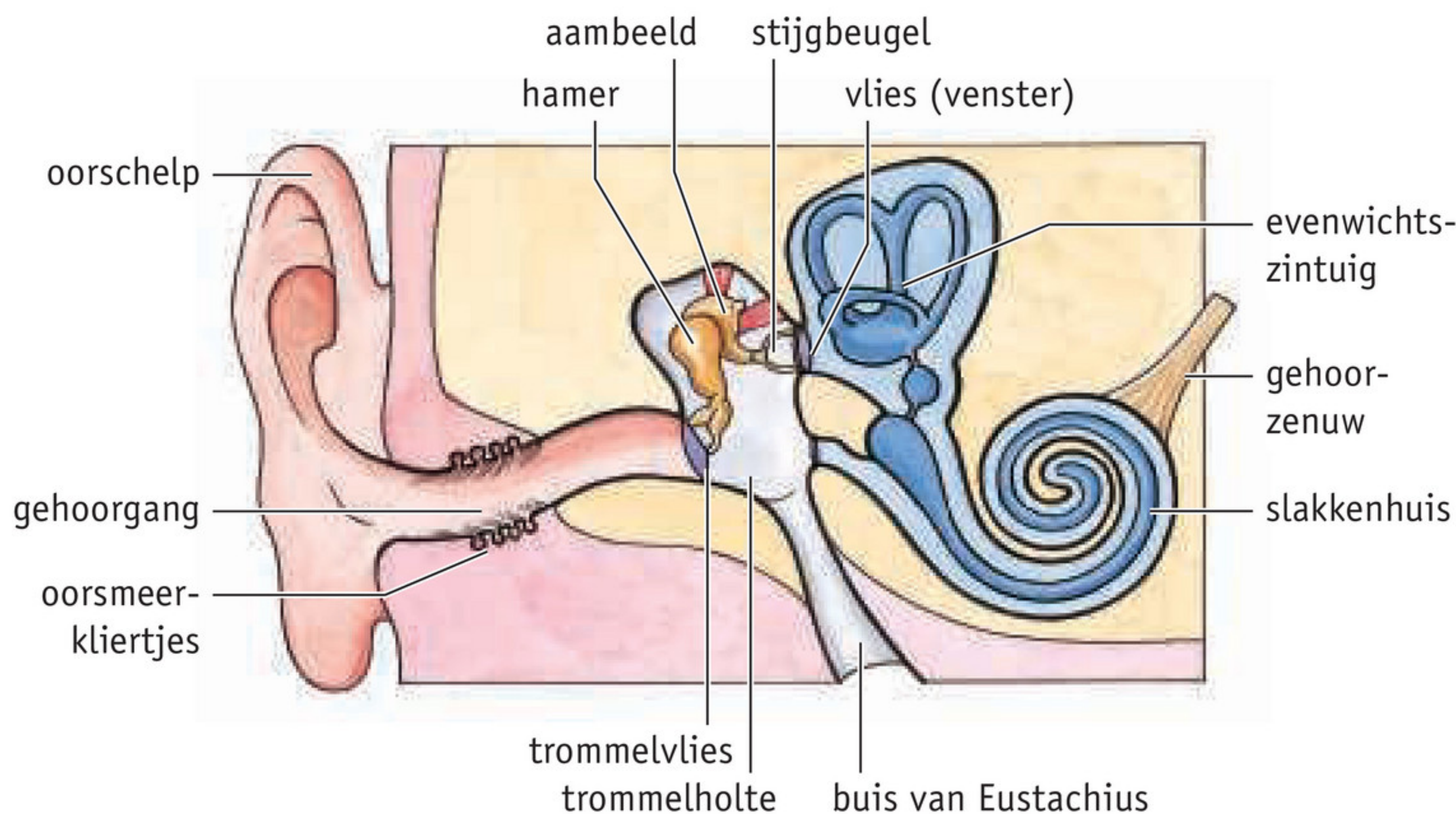
5.3.8 Je kunt de bouw en werking van de delen van het oog beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	5.3.7	5.3.8
Onthouden	1, 2a	3, 4b
Begrijpen	2b, 6	4ac, 5, 6
Toepassen	7a	8a, 9a
Analyseren	7bc	8b, 9bc, 10

DE BOUW VAN DE OREN

In elk oor ligt een gehoorzintuig en een evenwichtszintuig (zie afbeelding 1). Met de **gehoorzintuigen** neem je geluiden waar. Geluiden zijn trillingen van de lucht. De **oorschelp** vangt deze trillingen op. Via de **gehoorgang** komen de geluiden bij het **trommelvlies**, dat daardoor in trilling wordt gebracht. In de gehoorgang liggen **oorsmeerkiertjes** die oorsmeer produceren. Het oorsmeer houdt het trommelvlies soepel, zodat het goed kan trillen.

Afb. 1 Bouw van het oor.



Achter het trommelvlies ligt de **trommelholte**. Hierin bevinden zich de drie **gehoorbeentjes**: hamer, aambeeld en stijgbeugel. De stijgbeugel is verbonden met het venster: een dun vlies. Aan de andere kant van het venster ligt het **slakkenhuis**. Dit bestaat uit drie kanalen die in een spiraal zijn opgerold. De kanalen zijn gevuld met vloeistof. Het trommelvlies brengt de gehoorbeentjes aan het trillen. De gehoorbeentjes geven de trillingen door aan het venster in het slakkenhuis. De vloeistof in de kanalen van het slakkenhuis gaat trillen. In het middelste kanaal liggen zintuigcellen. Deze worden geprikkeld door de trillingen van de vloeistof. In de zintuigcellen ontstaan impulsen. De **gehoorzenuw** geleidt de impulsen naar de hersenen.

De **buis van Eustachius** verbindt de trommelholte met de keelholte. De wanden van de buis liggen meestal tegen elkaar aan gedrukt, zodat de buis dicht is. Als je slikt of gaapt, gaat de buis open. Er kan dan lucht van de trommelholte naar de keelholte, en omgekeerd. Hierdoor wordt de luchtdruk aan beide zijden van het trommelvlies gelijk. Dit is nodig om het trommelvlies goed te laten trillen.

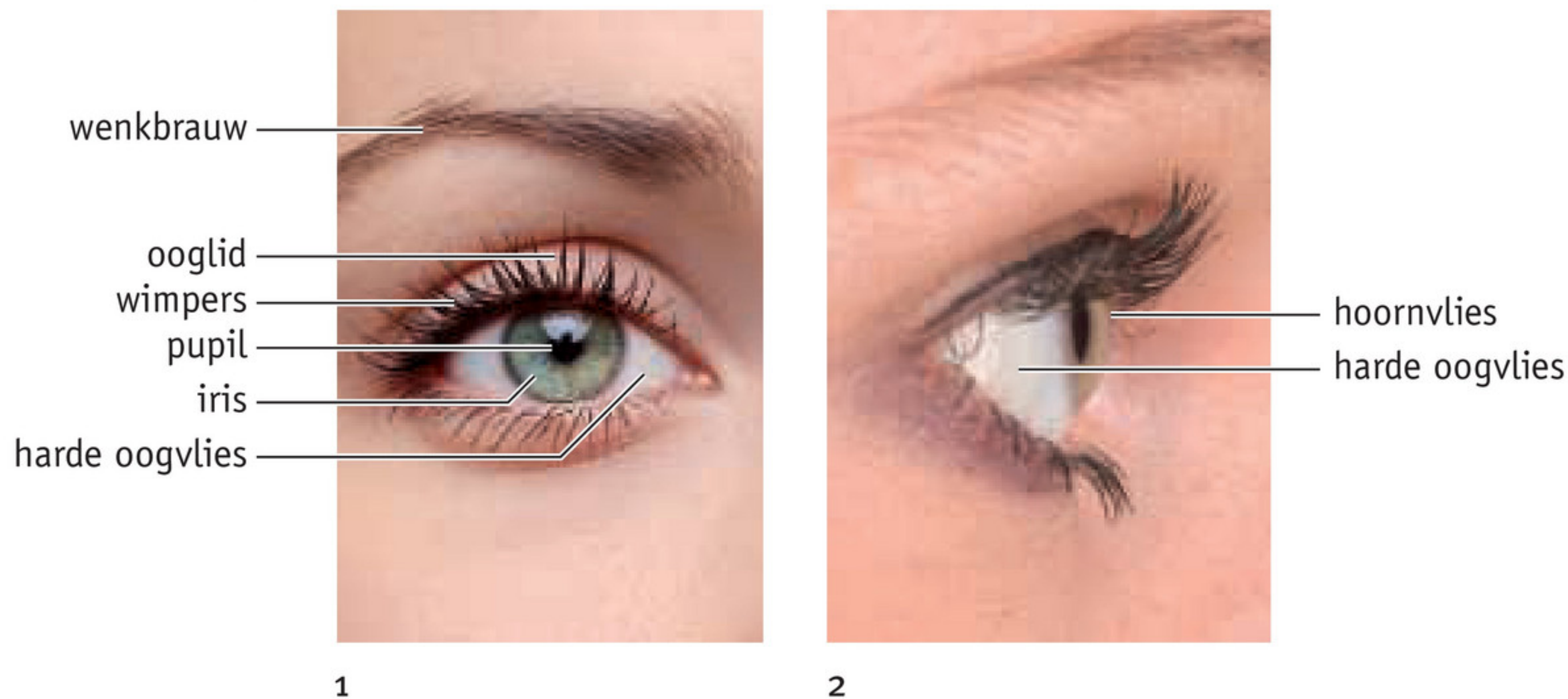
DE BOUW VAN DE OGEN

In afbeelding 2 zie je de delen rondom en aan de buitenkant van een oog. De wenkbrauwen zorgen ervoor dat zweet of ander vocht niet in je ogen loopt. De wimpers beschermen de ogen tegen vuil en te fel licht.

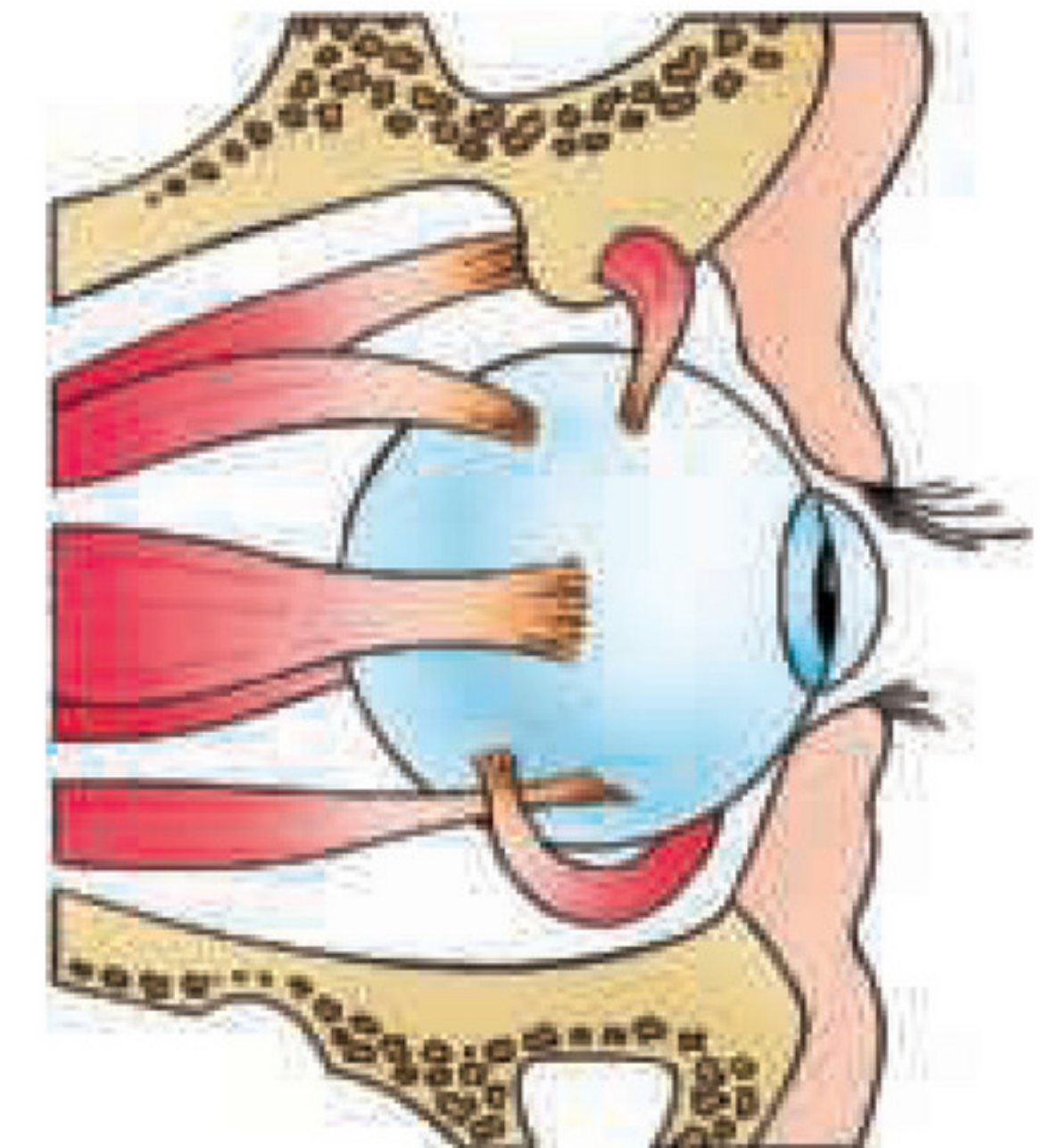
Het **harde oogvlies** is het witte gedeelte van je oog. Aan het harde oogvlies zijn **oogspieren** bevestigd (zie afbeelding 3). De oogspieren draaien de ogen in de gewenste richting.

Het gekleurde gedeelte van het oog heet **iris**. In de iris zit een opening: de **pupil**. Door de pupil komt licht het oog binnen. Over de iris en de pupil heen ligt het doorzichtige **hoornvlies**.

Afb. 2 Een oog.



Afb. 3 Oogspieren.

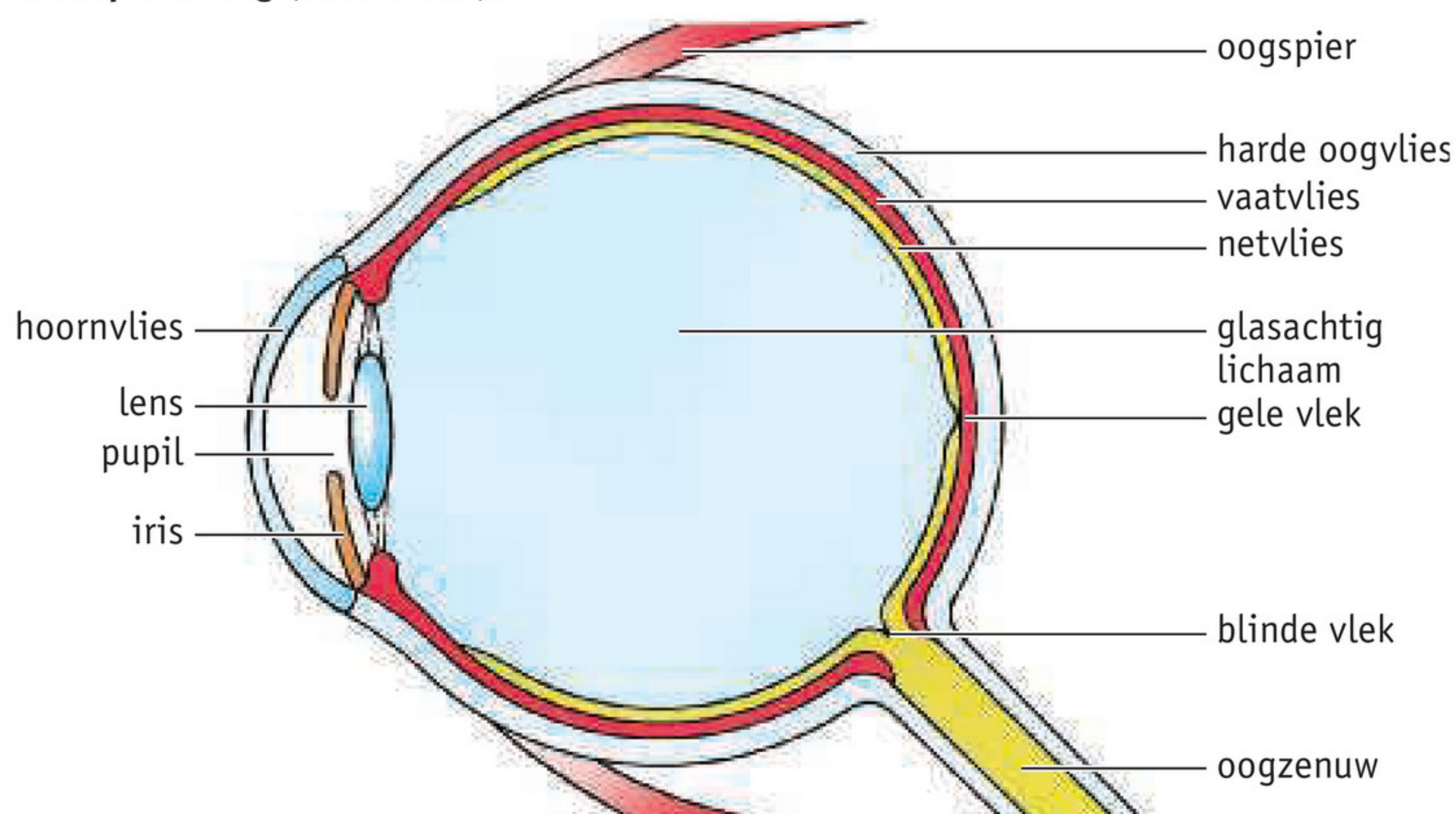


Onder de huid boven de ogen liggen **traanklieren**. Deze produceren traanvocht. Door te knippen verspreiden de oogleden het traanvocht over de ogen. Het traanvocht beschermt de ogen tegen uitdroging en reinigt de ogen. Het traanvocht wordt afgevoerd naar de neusholte door de traanbuis.

In afbeelding 4 is een doorsnede van het oog getekend. De oogbol is voor het grootste deel gevuld met een geleachtige massa: het **glasachtig lichaam**. Achter de iris en de pupil bevindt zich de **lens**. De lens zorgt ervoor dat je scherp kunt zien.

De wand van een oog bestaat uit drie lagen: het harde oogvlies, het vaatvlies en het netvlies. Het **vaatvlies** bevat veel bloedvaten. Het zorgt voor de voeding van het oog. In het **netvlies** liggen de zintuigcellen. In de zintuigcellen ontstaan impulsen als er licht op valt. De **oogzenuw** geleidt de impulsen naar de hersenen.

Afb. 4 Een oog (doorsnede).



In het netvlies recht tegenover de pupil ligt de **gele vlek**. Met de zintuigcellen in de gele vlek kun je het scherpst zien. Als je naar iets kijkt, draai je je ogen zó dat je vooral de gele vlek gebruikt bij het kijken. De plaats in het netvlies waar de oogzenuw het oog verlaat, heet **blinde vlek**. In de blinde vlek liggen geen zintuigcellen.

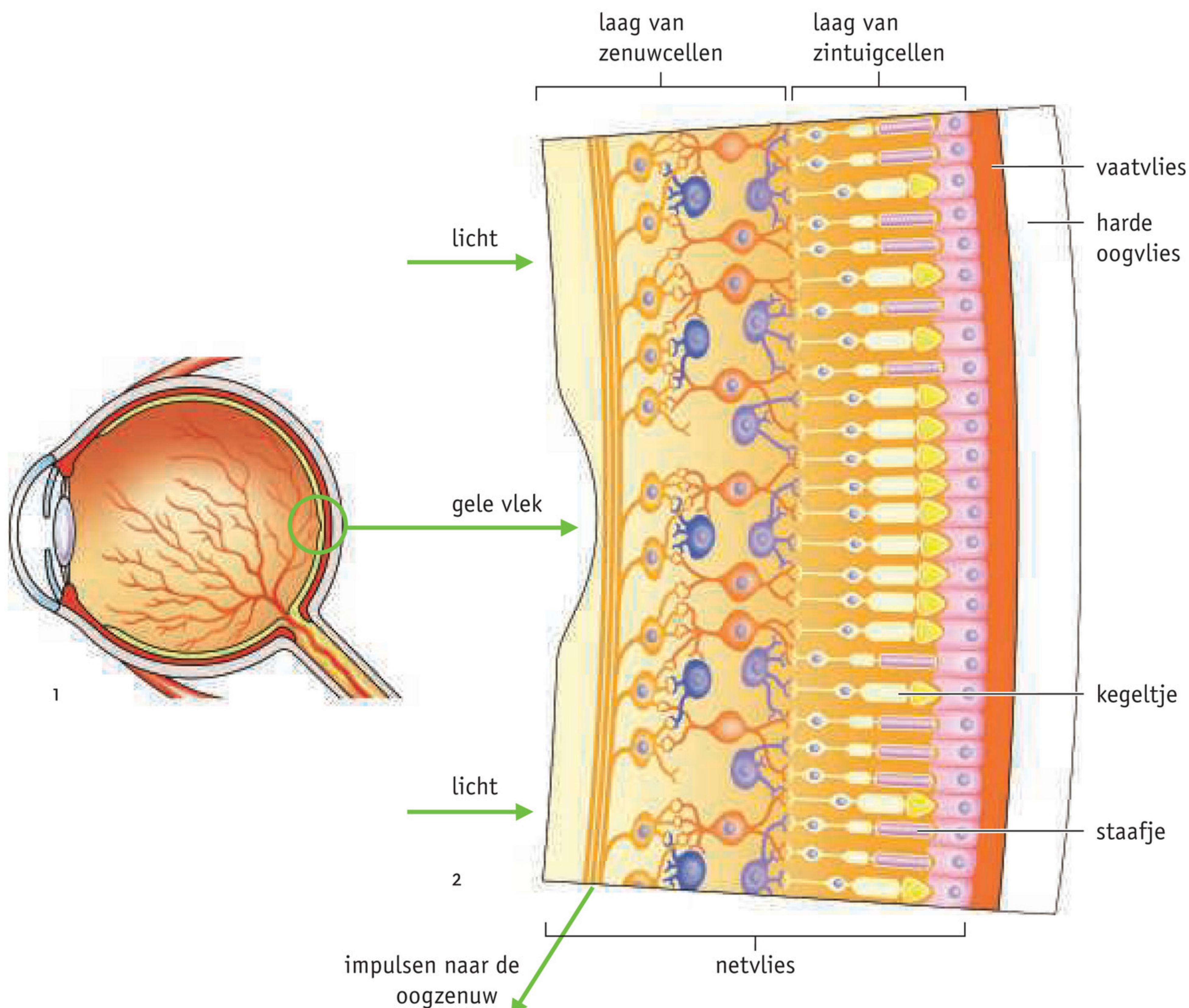
ZINTUIGCELLEN IN HET OOG

In het netvlies worden lichtprikkels omgezet in impulsen, die door de oogzenuw naar de hersenen worden geleid. In afbeelding 5.1 is een doorsnede van een oog getekend, met het netvlies, vaatvlies en harde oogvlies. In afbeelding 5.2 is een vergroting van het netvlies getekend bij de gele vlek. Het netvlies bestaat uit twee lagen: een laag van zintuigcellen en een laag van zenuwcellen. In de laag van zintuigcellen liggen twee typen zintuigcellen: staafjes en kegeltjes.

Met de **staafjes** kun je alleen contrasten zien (licht en donker). Staafjes hebben een lage drempelwaarde voor licht. Daardoor kun je met de staafjes ook dingen waarnemen als er weinig licht is (zie afbeelding 6.1 op de volgende bladzijde). De staafjes liggen verspreid over het hele netvlies, maar niet in de gele vlek en de blinde vlek.

Met de **kegeltjes** kun je kleuren zien. Kegeltjes hebben een hogere drempelwaarde voor licht dan staafjes. Daardoor kun je met de kegeltjes alleen bij voldoende licht voorwerpen waarnemen. De kegeltjes liggen vooral in de gele vlek en de directe omgeving daarvan. Met de kegeltjes kun je het scherpst zien (zie afbeelding 6.2).

Afb. 5 De bouw van het netvlies bij de gele vlek.



Afb. 6 Waarnemen met staafjes en kegeltjes.

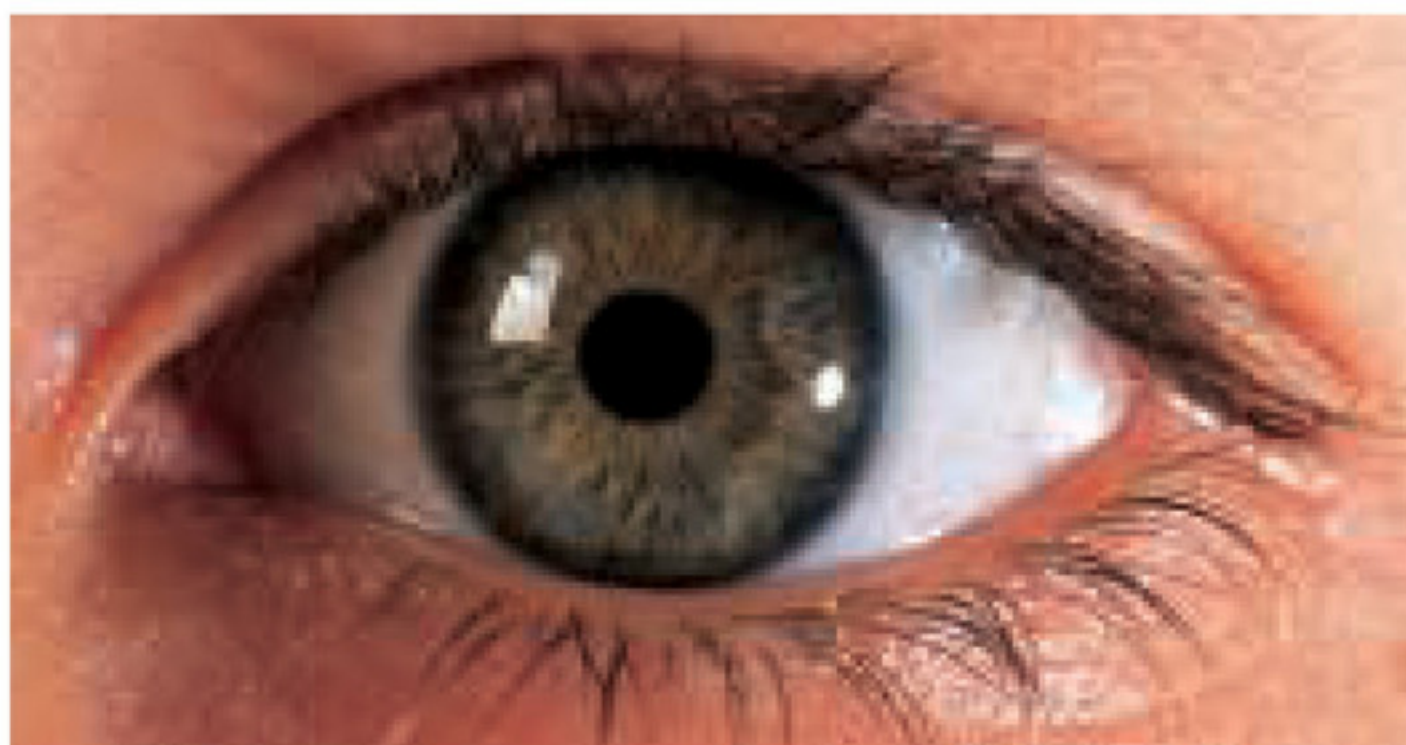
1 met staafjes



2 met kegeltjes

DE PUPILREFLEX

Licht komt je oog binnen door de pupil. De pupil kan groter en kleiner worden, afhankelijk van de hoeveelheid licht. Dit noem je de **pupilreflex**. Met de pupilreflex wordt de hoeveelheid licht geregeld die op het netvlies valt. Bij veel licht wordt de pupil klein (zie afbeelding 7.1). Er komt dan minder licht je oog binnen. Bij zwak licht wordt de pupil juist groot (zie afbeelding 7.2). Een grote pupil laat veel licht door. Daardoor kun je toch zien als het bijna donker is. Het groter en kleiner worden van de pupil wordt veroorzaakt door spieren in de iris.

Afb. 7 De pupilreflex.

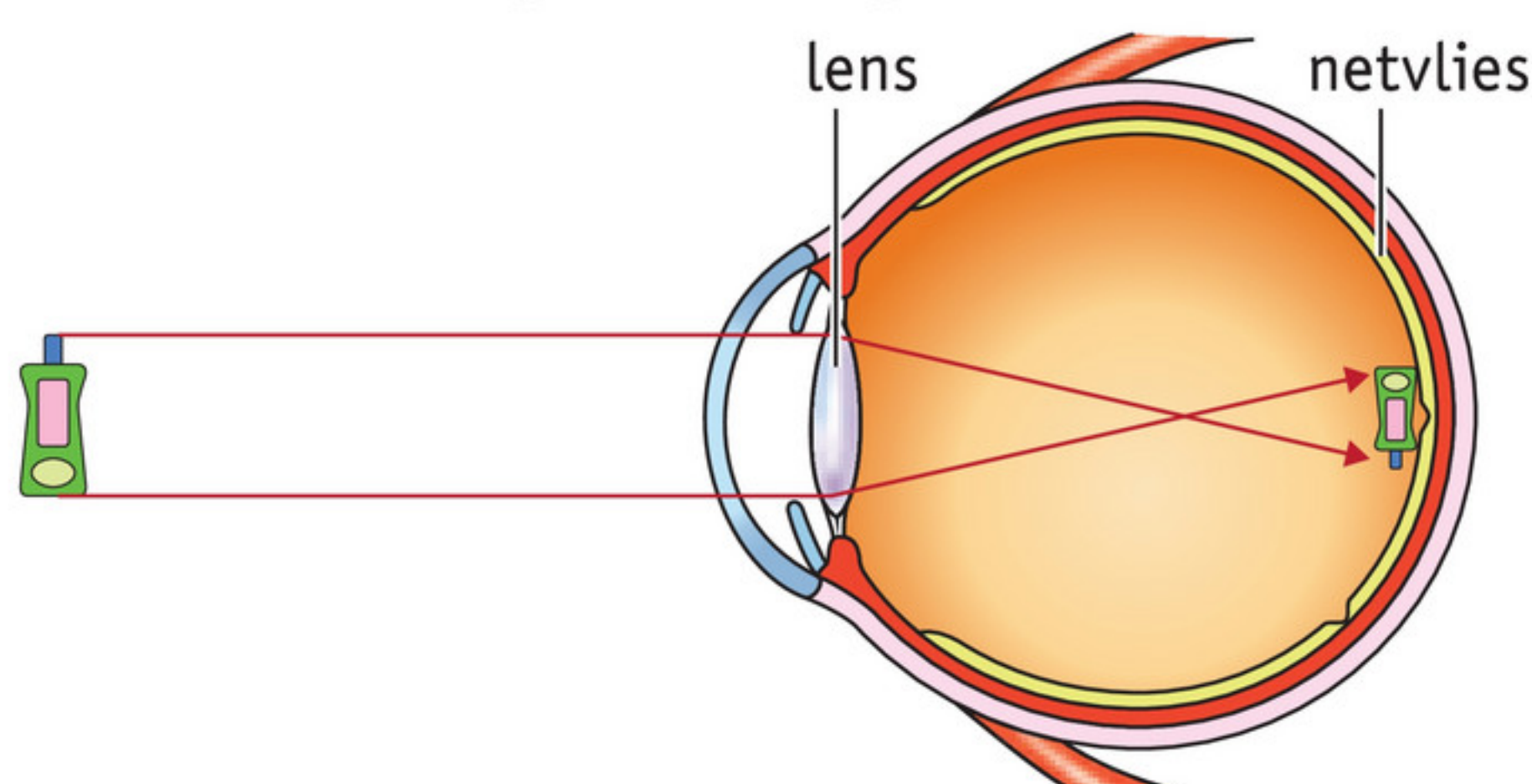
1 bij fel licht



2 bij zwak licht

DE WERKING VAN DE OGEN

Licht dat je ogen binnenvalt, gaat eerst door de lens. De lens kan boller en platter worden. Op die manier zorgt de lens ervoor dat de lichtstralen precies op de gele vlek van het netvlies vallen (zie afbeelding 8). Je ziet dan scherp. De lens keert het beeld ook om, maar dat wordt weer 'rechtgezet' door je hersenen.

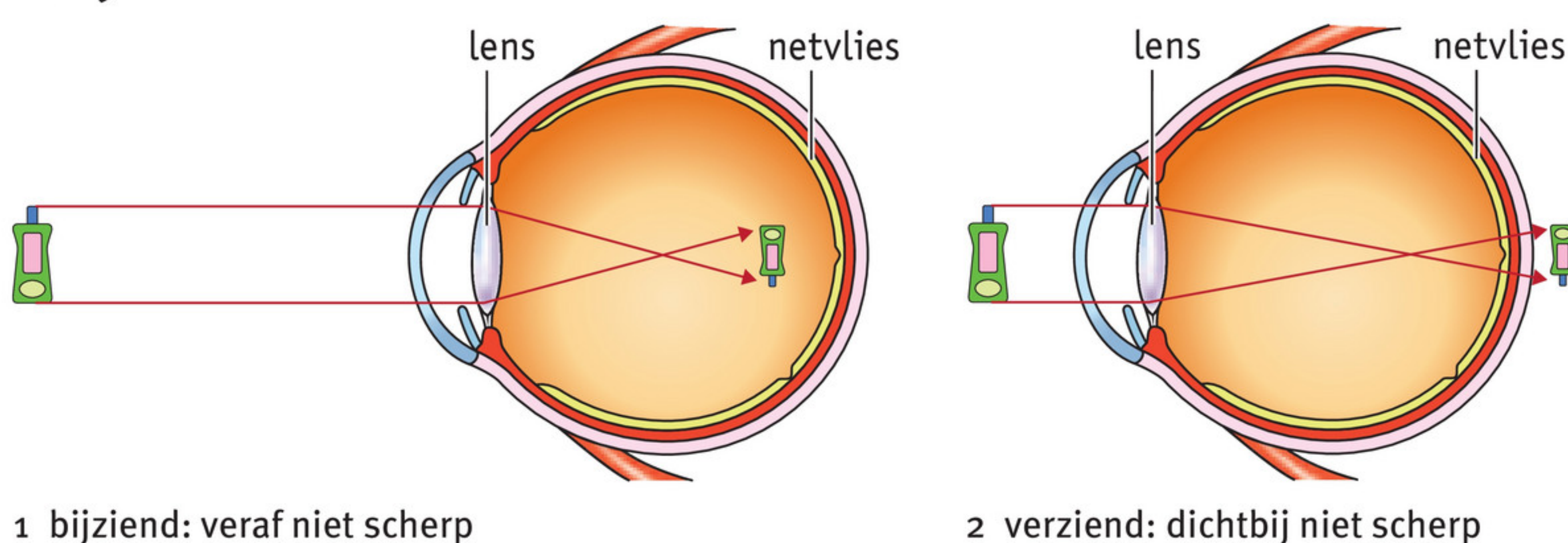
Afb. 8 De werking van het oog.

Bij sommige mensen werkt de oog lens niet goed of is de oogbol te lang of te kort. Het beeld (het licht) komt dan niet precies op het netvlies terecht. Iemand ziet dan niet scherp.

Iemand die **bijziend** is, kan alleen dicht**bij** scherp zien. Kijkt hij in de verte, dan komt het beeld vóór het netvlies terecht (zie afbeelding 9.1). De oog lens is te bol of de oogbol is te lang (te diep). Bijziendheid kan worden gecorrigeerd met een bril (of contactlenzen) met **holle lenzen**. Het beeld komt daardoor weer precies op het netvlies.

Iemand die **verziend** is, kan alles in de **verte** goed zien. Maar kijkt hij naar iets wat dichtbij is, dan komt het beeld achter het netvlies terecht (zie afbeelding 9.2). Bij een verziend persoon is de oog lens te plat of de oogbol te kort. Een bril met **bolle lenzen** zorgt ervoor dat het beeld wel precies op het netvlies komt.

Afb. 9



KENNIS

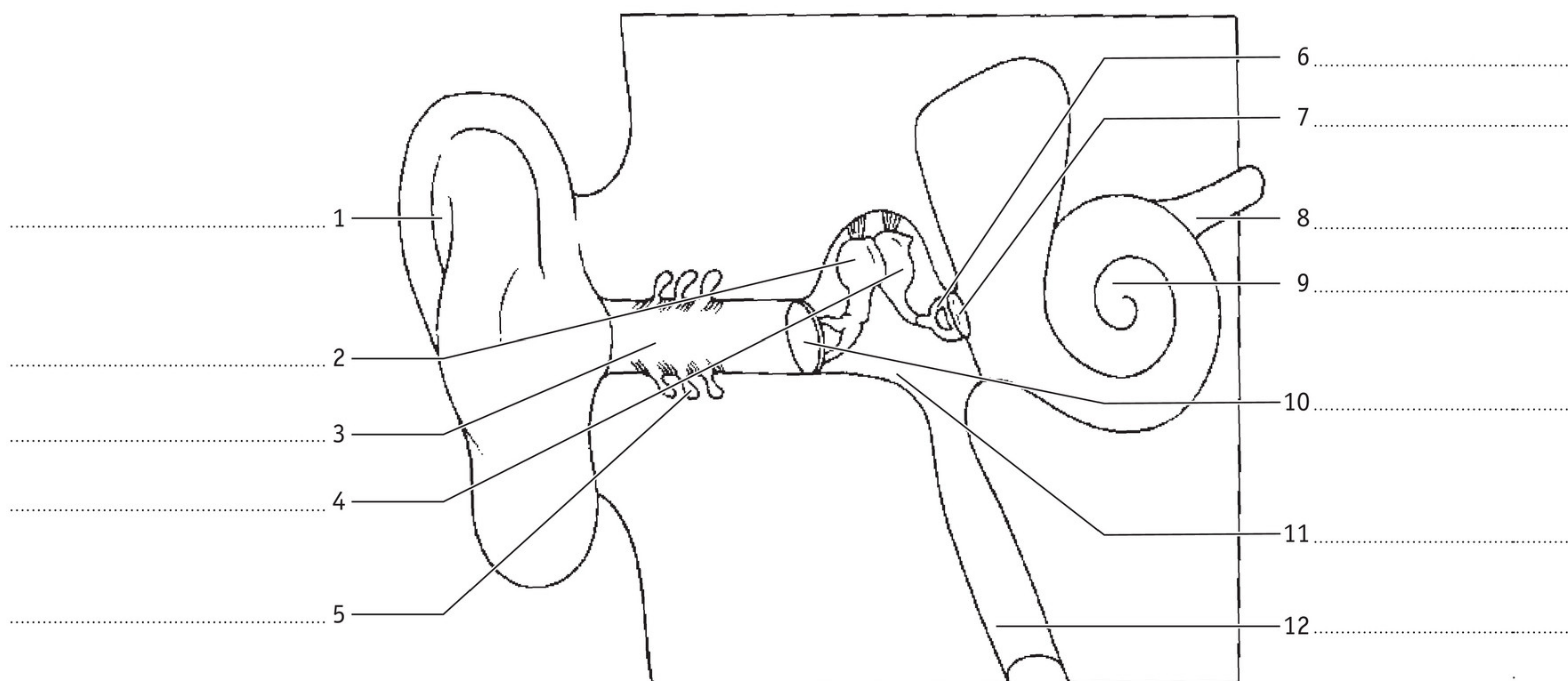
1

Afbeelding 10 is een schematische tekening van de delen van het oor.

- Zet de namen bij de genummerde delen. Gebruik hierbij afbeelding 1.
- Kleur de delen in de tekening. Geef elk deel een andere kleur.



Afb. 10 Schematische tekening van het oor.



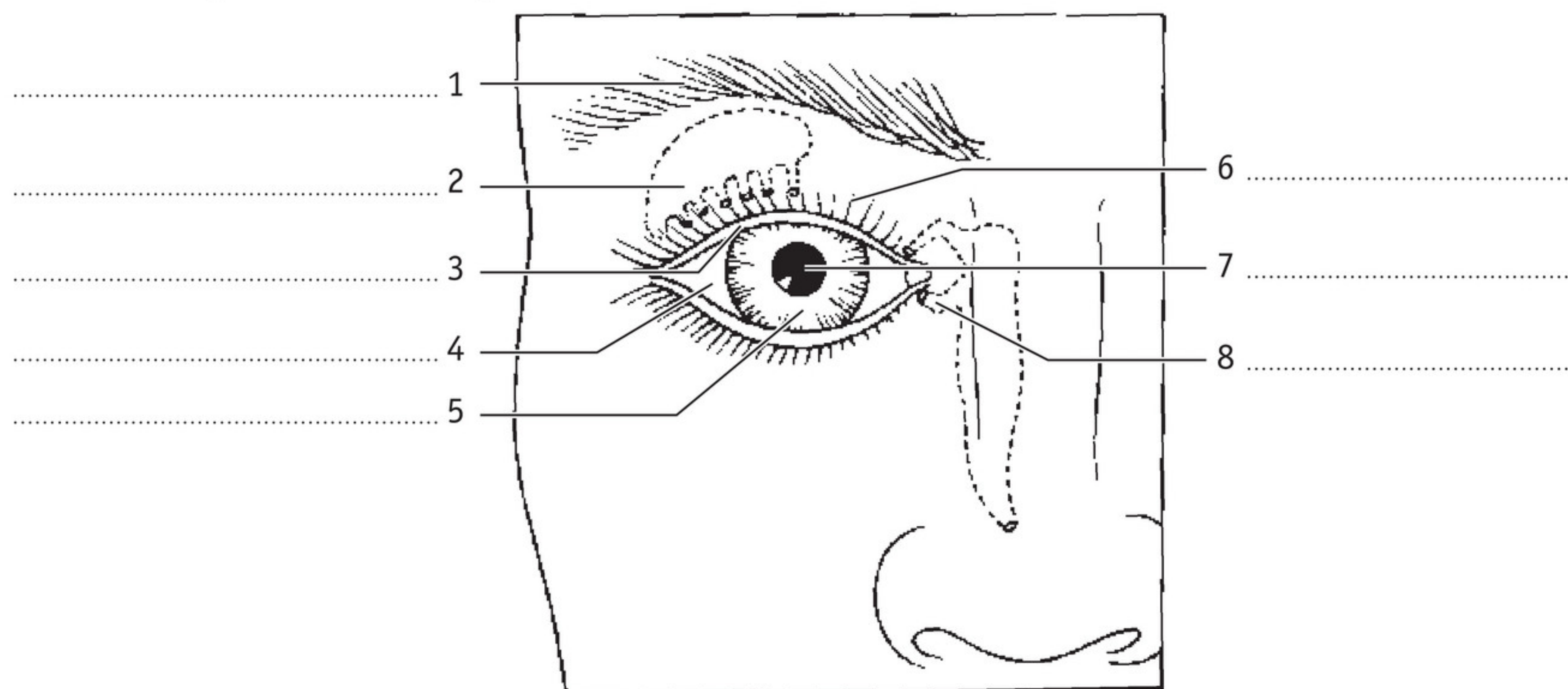
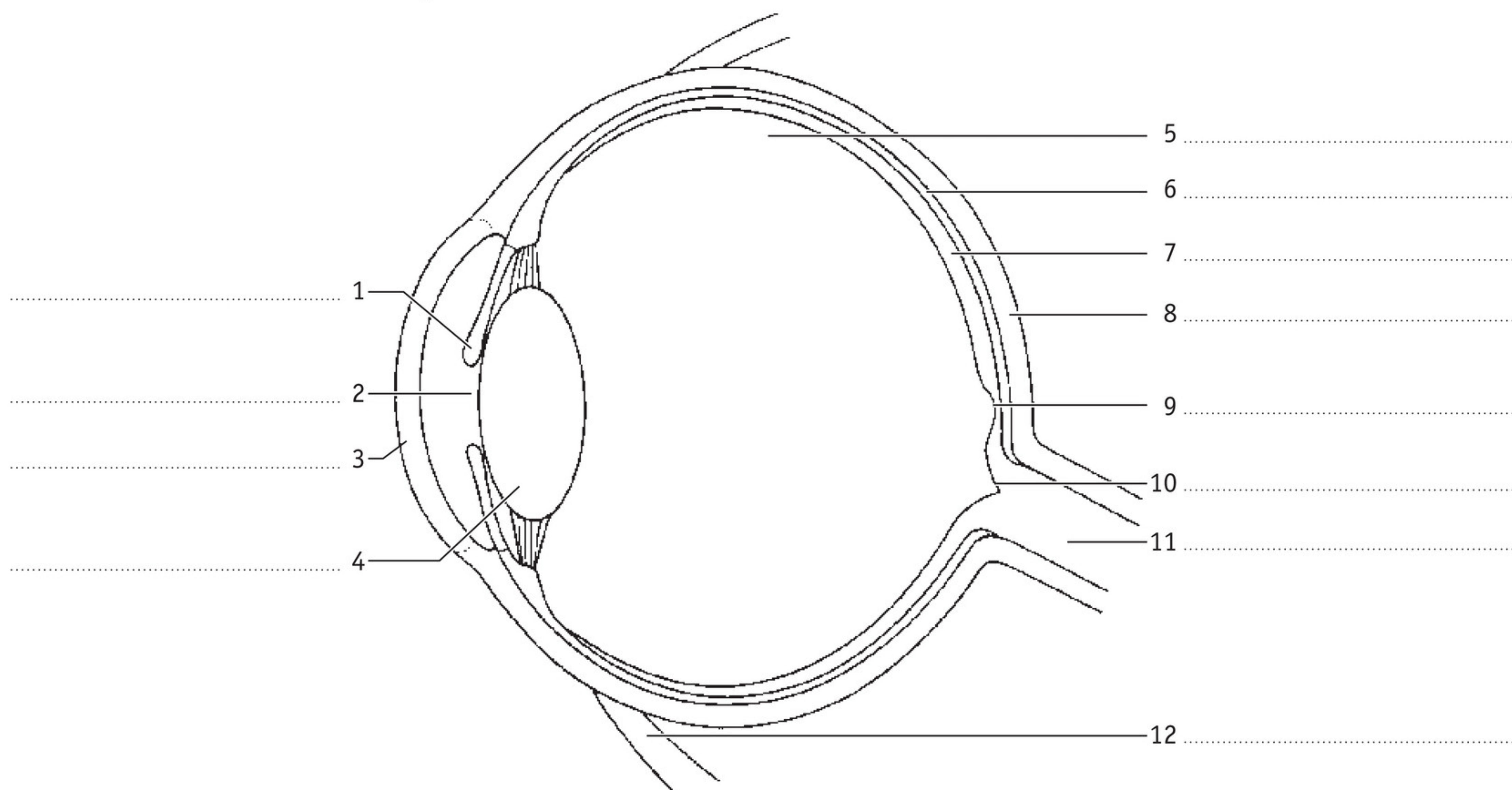
2

- a** Waardoor wordt het trommelvlies soepel gehouden?
- b** Welke weg leggen het geluid, de trillingen en de impulsen af als je geluid hoort? Zet de zinnen in de goede volgorde.
- De gehoorbeentjes geven trillingen door aan het venster in het slakkenhuis.
- De gehoorzenuw geleidt de impulsen naar de hersenen.
- De vloeistof in de kanalen van het slakkenhuis gaat trillen.
- 1 Geluid wordt opgevangen door je oorschelp.
- Het trommelvlies brengt de gehoorbeentjes aan het trillen.
- Het trommelvlies gaat trillen.
- In de zintuigcellen in het slakkenhuis ontstaan impulsen.
- Via de gehoorgang komen de geluiden bij het trommelvlies.
- Zintuigcellen in het middelste kanaal worden geprikkeld door de trillingen van de vloeistof.

3

- a** Zet achter elke omschrijving van het oog de naam van het deel.
- 1 het witte deel
- 2 deze delen draaien de ogen in de gewenste richting
- 3 het gekleurde deel
- 4 de opening in de iris
- 5 het doorzichtige deel aan de voorkant
- 6 de geleachtige massa in het oog
- 7 dit deel zorgt ervoor dat je scherp kunt zien
- 8 dit deel zorgt voor de voeding van een groot deel van het oog
- 9 in dit deel bevinden zich de zintuigcellen
- 10 via dit deel gaan impulsen van het oog naar de hersenen
- 11 de plaats in het centrum van het netvlies
- 12 de plaats van het netvlies waar de oogzenuw het oog verlaat
- b** Afbeelding 11 en 12 zijn schematische tekeningen van het oog. Zet de namen bij de genummerde delen.
- c** Kleur de delen in de tekeningen. Geef elk deel een andere kleur.



Afb. 11 Een gedeelte van het gezicht.**Afb. 12** Een doorsnede van het oog.

4

a Welke weg legt licht af door het oog? Zet de delen in de goede volgorde.

- glasachtig lichaam
- hoornvlies
- laag van zenuwcellen in het netvlies
- laag van zintuigcellen in het netvlies
- lens
- pupil

b Het beeld van een voorwerp valt *omgekeerd* / *rechttop* en *vergroot* / *verkleind* op het netvlies.**c** Waardoor zie je de werkelijkheid rechttop en op de juiste grootte?

- ☐ A De grote hersenen zetten het beeld dat op je netvlies valt weer rechttop.
- ☐ B De ooglenzen vormen een beeld dat rechttop staat en de juiste grootte heeft.
- ☐ C De zintuigcellen in het netvlies zetten het beeld om in impulsen.
- ☐ D Op je netvlies staat het beeld rechttop en op de juiste grootte.

5

Sanne kan de kleine lettertjes op een potje jam niet meer lezen.

- a** Is Sanne bijziend of verziend? Leg je antwoord uit.
- b** Om de kleine lettertjes op een potje jam te kunnen lezen, heeft Sanne een bril nodig met *bolle* / *holle* lenzen.
- c** In de schemering kun je geen kleuren zien doordat de in het netvlies dan niet werken. Zij hebben een *hoge* / *lage* drempelwaarde voor licht.

6



Samenvatting

Maak een samenvatting van deze basisstof.

De weg van geluid (trillingen) en impulsen bij horen:

.....

.....

.....

.....

De weg van licht en impulsen bij zien:

.....

.....

.....

Werking van de zintuigcellen in het gezichtszintuig:

.....

.....

.....

.....

Pupilreflex:

-
-
-
-

Bijziend:

-
-
-

Verziend:

-
-
-

INZICHT

7

- a** Een keelontsteking kan een oorontsteking tot gevolg hebben.
Leg uit hoe dat kan.
- b** Op grote hoogte is de luchtdruk laag. Dat merk je aan je oren als je snel een groot hoogteverschil overbrugt, bijvoorbeeld in een skilift.
Als je in een skilift snel een berg op gaat, wordt de luchtdruk in de trommelholte *hoger / lager* dan de luchtdruk van de buitenlucht. Het trommelvlies staat dan bol naar *binnen / buiten*.
- c** Als het trommelvlies bol staat doordat de luchtdruk aan beide kanten verschilt, kun je last hebben van oorsuizen of een verstopt gevoel in de oren. Dit kun je verhelpen door te slikken of te gapen. Hierdoor gaat de buis van Eustachius open.
Leg uit wat er dan gebeurt.

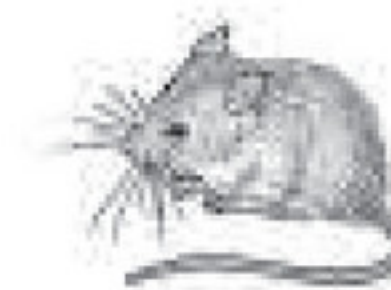
8

In afbeelding 13 zie je een kat en een muis.

Bekijk de afbeelding op de volgende manier:

- Houd je boek op ooghoogte voor je met gestrekte armen.
- Sluit je linkeroog.
- Staar met je rechteroog naar de kat. Je ziet de muis dan vanuit je ooghoek.
- Blijf naar de kat staren terwijl je het boek langzaam naar je hoofd toe beweegt.
- a** Wat gebeurt er met de muis als je het boek naar je hoofd toe beweegt?
- b** Als je de muis niet meer ziet, valt het beeld van de muis op de *blinde vlek / gele vlek* in het netvlies. Als je naar de kat kijkt, valt het beeld op de *blinde vlek / gele vlek* in het netvlies.

Afb. 13



+ 9

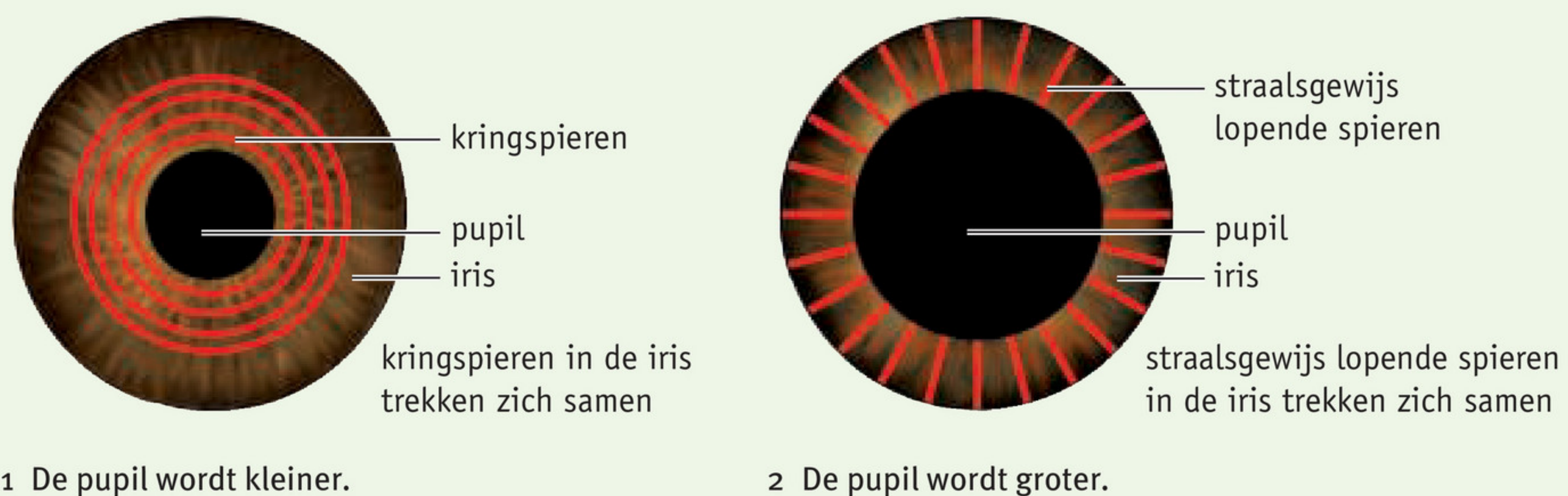
Lees de tekst 'Lezen bij weinig licht'.

- a Is tijdens het lezen bij weinig licht de pupil groot of klein? Leg je antwoord uit.
- b Bekijk de afbeeldingen met de spieren in de iris.
Wanneer de pupil groot is, zijn de kringspieren in de iris *ontspannen / samengetrokken* en zijn de straalsgewijs lopende spieren *ontspannen / samengetrokken*.
- c Licht valt via de pupil op het netvlies. Het netvlies bestaat uit een laag van zintuigcellen en een laag van zenuwcellen (zie afbeelding 5).
Welke eigenschap moeten de zenuwcellen hebben om het licht door te kunnen laten naar de laag zintuigcellen?

Afb. 14

Lezen bij weinig licht

Als je een donkere ruimte binnenkomt, past het oog zich op verschillende manieren aan. Kringspieren in de iris ontspannen zich en straalsgewijs lopende spieren in de iris trekken zich samen (zie de afbeeldingen). Hierdoor wordt de pupil groter. De staafjes, kegeltjes en zenuwcellen op het netvlies passen zich aan zodat ze optimaal kunnen werken bij weinig licht waardoor je goed kunt blijven zien.

**SAMENHANG leefwereld****BIJZIEND DOOR TABLET EN SMARTPHONE**

Bijziendheid is de snelst groeiende oogafwijking ter wereld en is hard op weg om de grootste oorzaak van blindheid op latere leeftijd te worden. Bijziendheid kan erfelijk bepaald zijn, maar de kans om het te worden neemt toe als je als kind vaak met een scherm voor je neus zit en dus veel dichtbij kijkt. Je ogen moeten dan moeite doen om scherp te stellen en gaan zich aanpassen. Ze worden steeds ovaler (langer). Daardoor vallen de lichtstralen in je ogen niet meer op het netvlies, maar ervoor, en ga je steeds waziger zien als je in de verte kijkt.

Om bijziendheid te voorkomen kun je, na twintig minuten op een scherm te hebben gekeken, het best even ergens anders naar kijken. En kinderen moeten minstens twee uur per dag naar buiten. Buiten is veel licht waardoor je lichaam een stof aanmaakt (dopamine) die de vervorming van je oogbollen remt. Bij volwassenen zijn de oogbollen al volgroeid en heeft het kijken op een scherm weinig gevolgen meer voor de vorm van de oogbollen.

Afb. 15



10

Lees de tekst 'Bijziend door tablet en smartphone'.

Veel dichtbij kijken onder donkere omstandigheden, zoals lezen in het donker, is erg slecht voor je ogen.

- a** Leg met behulp van de tekst uit hoe dat komt.
- b** Eén op de drie personen met een brilsterkte van min 6 of meer wordt later ernstig slechtziend. Sommige bijzienden krijgen 'kale plekken' in het netvlies. In deze plekken komen geen zintuigcellen voor.
Leg uit waardoor een bijziend persoon met kale plekken in het netvlies niet goed kan zien.
- c** Andere bijzienden worden slechtziend door glaucoom. Bij deze aandoening wordt de oogzenuw afgekneld. Daardoor beschadigt de oogzenuw.
Leg uit waardoor iemand met glaucoom steeds minder goed kan zien.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

4 Het zenuwstelsel

LEERDOELEN

5.4.9 Je kunt de bouw en functies van het zenuwstelsel beschrijven.

► Practicum 6

5.4.10 Je kunt de bouw en functie van drie typen zenuwcellen en van zenuwen beschrijven.

5.4.11 Je kunt een reflexboog beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	5.4.9	5.4.10	5.4.11	5.1.2*	5.1.3*
Onthouden	1ab	2abcd			
Begrijpen	1cde, 4	2e, 4	3, 4	11b	11b
Toepassen		5b, 6	8ab, 9		
Analyseren	11ae	5a, 7, 11a	8c, 10, 11acde		

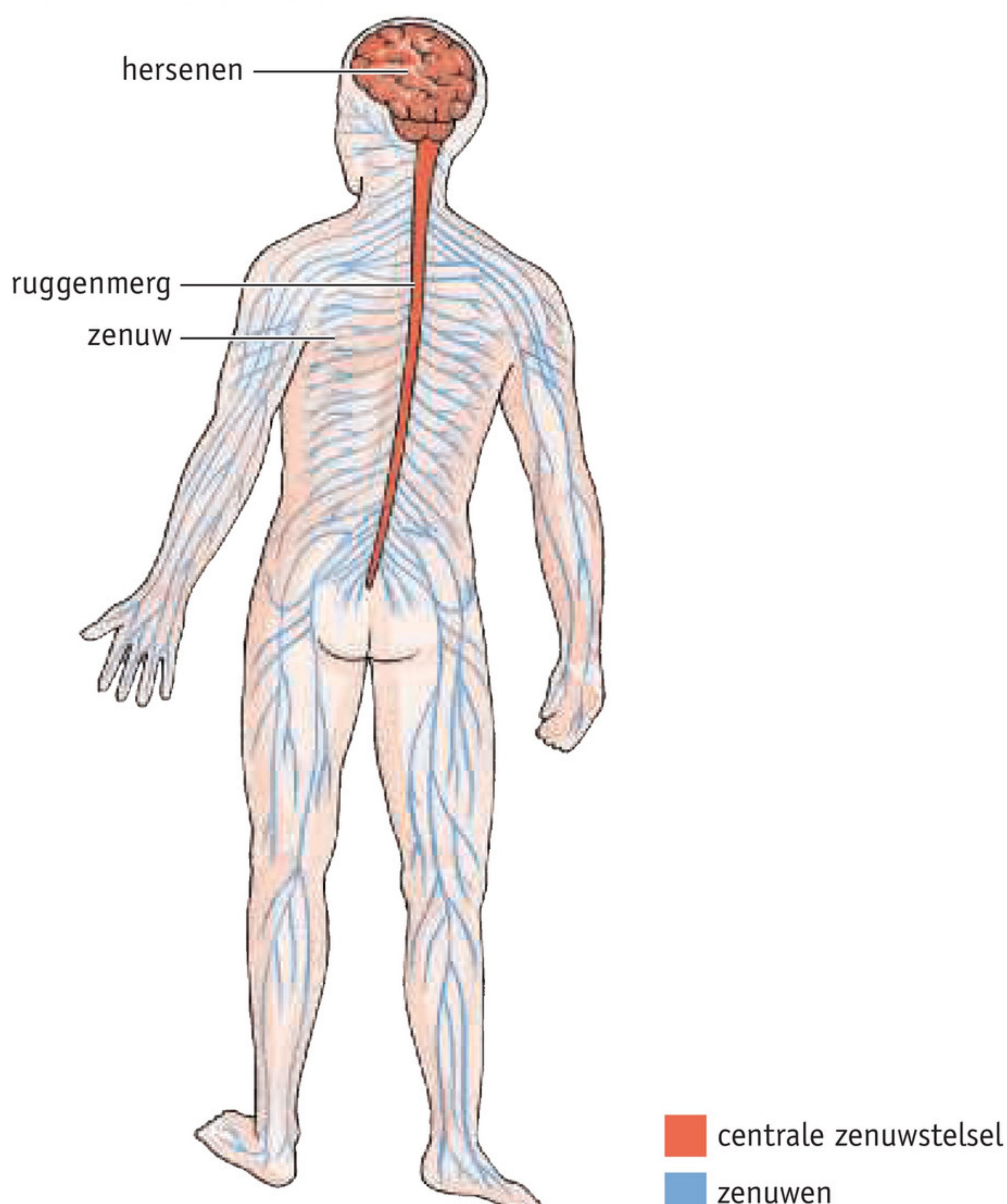
*Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Zintuigcellen geven impulsen door aan zenuwen. De zenuwen geleiden de impulsen naar de hersenen. De hersenen sturen impulsen naar spieren en klieren.

DE BOUW VAN HET ZENUWSTELSEL

In afbeelding 1 is het zenuwstelsel van de mens getekend. Het zenuwstelsel bestaat uit het **centrale zenuwstelsel** en zenuwen. Het centrale zenuwstelsel wordt gevormd door de hersenen en het **ruggenmerg**. De zenuwen verbinden het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen.

Afb. 1 Het zenuwstelsel.



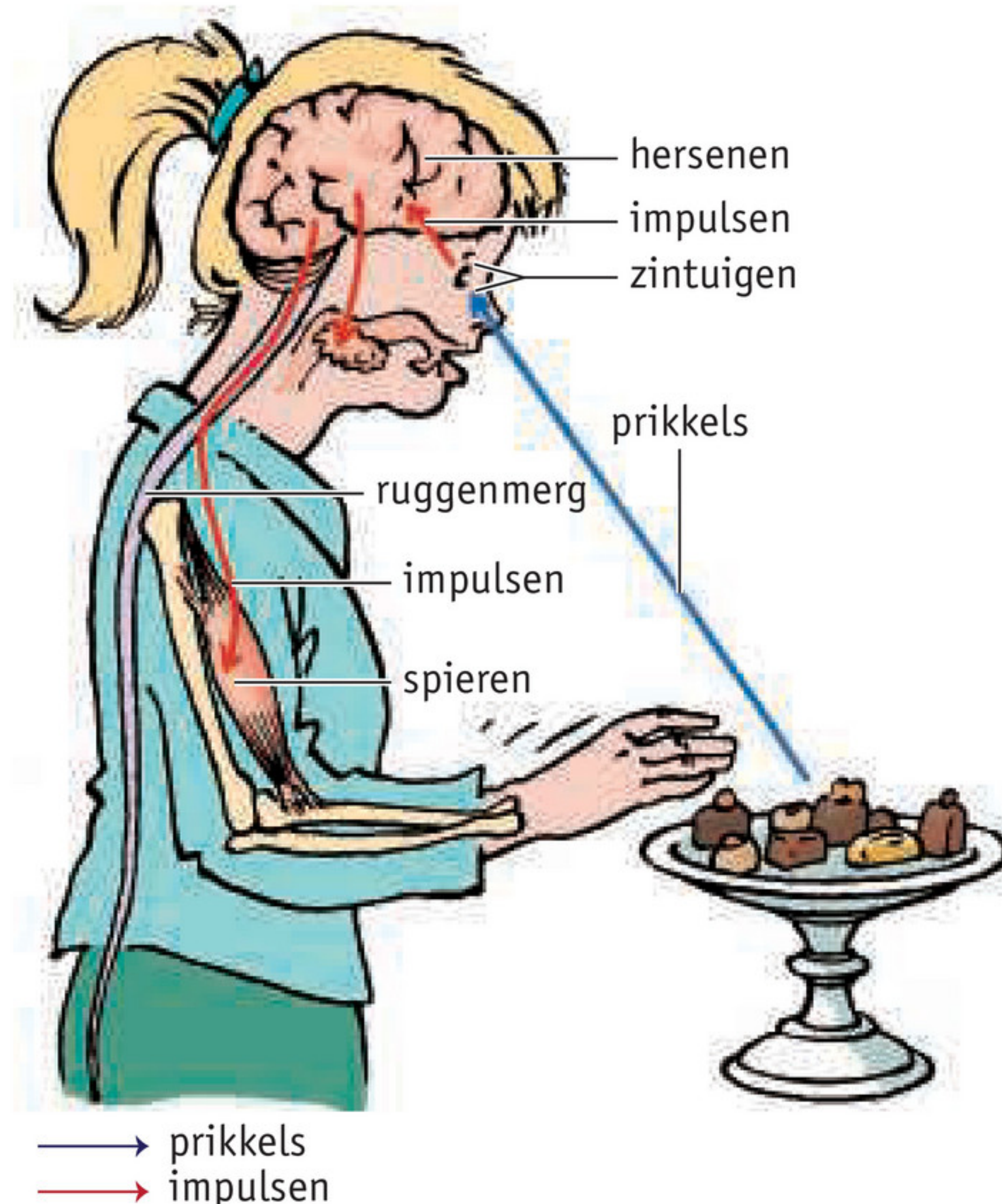
DE WERKING VAN HET ZENUWSTELSEL

In afbeelding 2 zie je een voorbeeld van de werking van het zenuwstelsel. In de zintuigcellen van het gezichts-zintuig en het reukzintuig ontstaan impulsen, die door zenuwen naar de hersenen worden geleid. De hersenen verwerken de impulsen, waardoor het meisje zich bewust wordt van de bonbons.

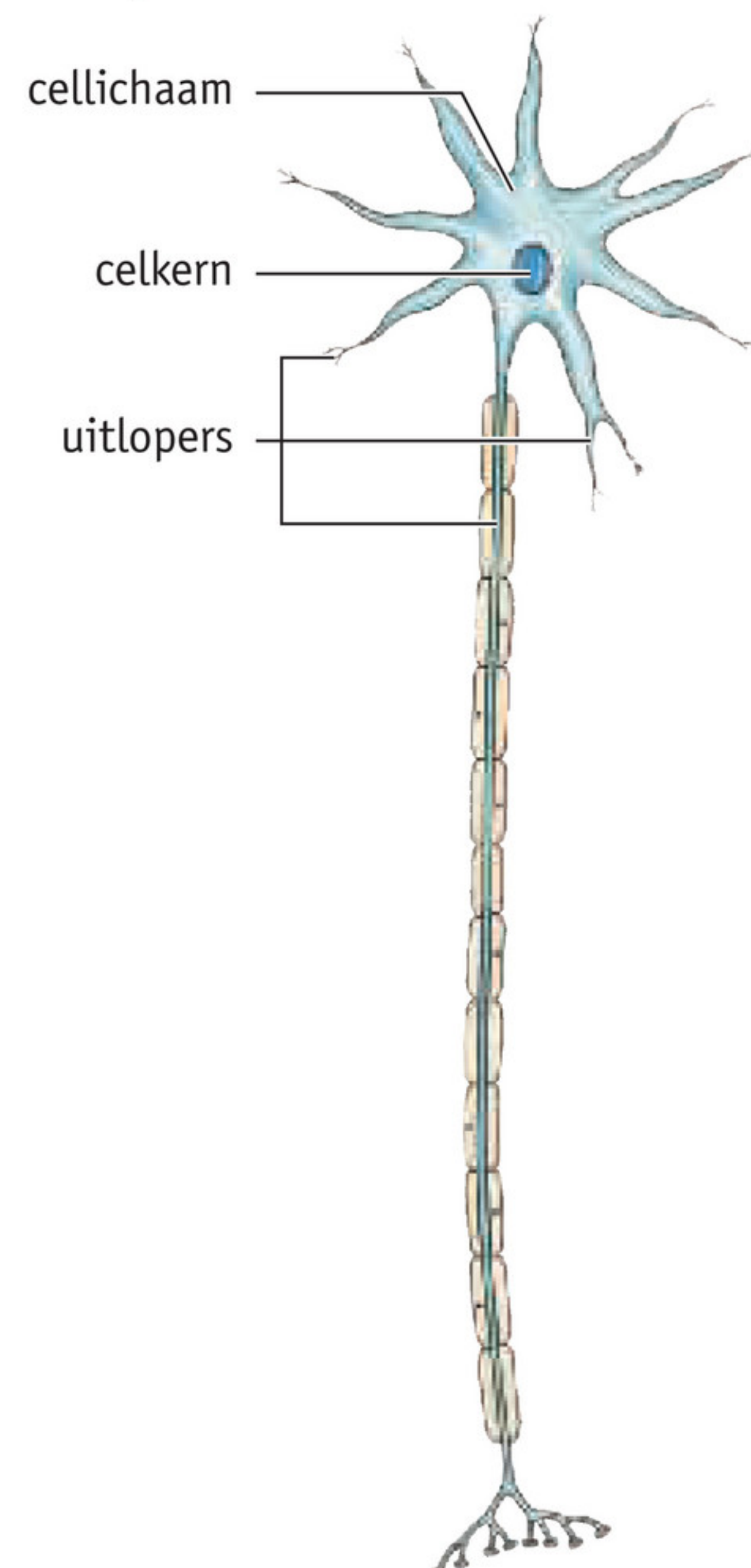
Als je je bewust wordt van de dingen die je waarneemt, kun je ook bewust reageren. Als je bewust reageert, ontstaan er impulsen in je hersenen. In afbeelding 2 worden de impulsen van de hersenen door zenuwen naar de speekselklieren en de armspieren geleid. De speekselklieren reageren op de impulsen door speeksel af te scheiden. Hierdoor gaat het meisje 'watertanden'. De armspieren reageren op de impulsen door zich samen te trekken. Hierdoor pakt het meisje een bonbon en brengt hem naar haar mond.

Het zenuwstelsel verwerkt de impulsen die van de zintuigen afkomen en regelt de werking van spieren en klieren. Een **klier** is een orgaan dat bepaalde stoffen produceert, bijvoorbeeld zweetklieren, talgklieren en speekselklieren.

Afb. 2 De werking van het zenuwstelsel.



Afb. 3 Bouw van een zenuwcel.



ZENUWCELLEN

Het zenuwstelsel bevat miljoenen **zenuwcellen**. Elke zenuwcel is opgebouwd uit een cellichaam en uitlopers (zie afbeelding 3).

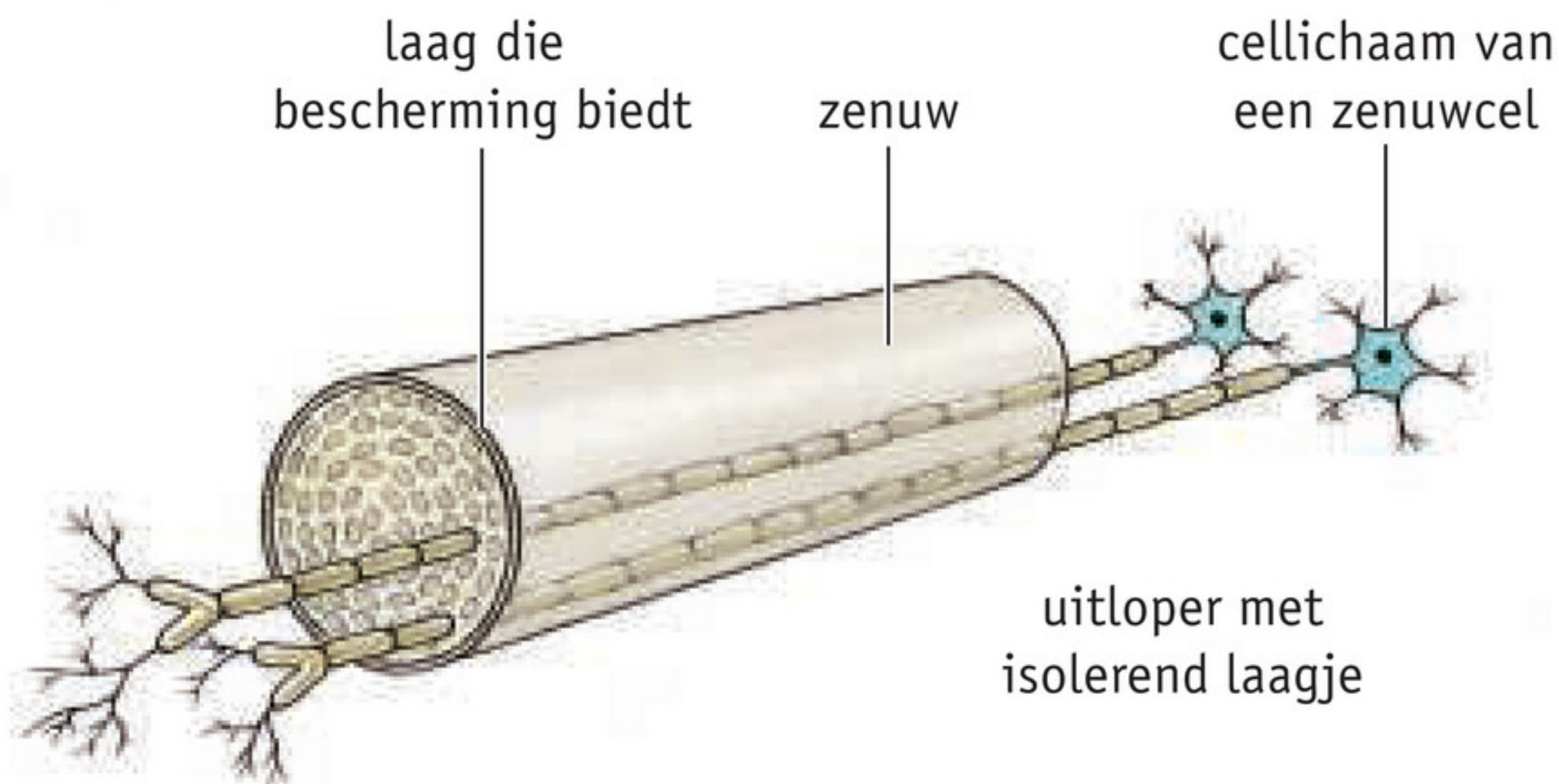
Het **cellichaam** van een zenuwcel is het deel waarin zich de celkern bevindt. De cellichamen van zenuwcellen liggen in of vlak bij het centrale zenuwstelsel.

De **uitlopers** geleiden de impulsen. Er zijn uitlopers die impulsen naar het cellichaam toe geleiden en uitlopers die impulsen van het cellichaam af geleiden. Uitlopers kunnen de impulsen ook doorgeven aan andere (zenuw)cellen. Uitlopers kunnen heel lang zijn.

ZENUWEN

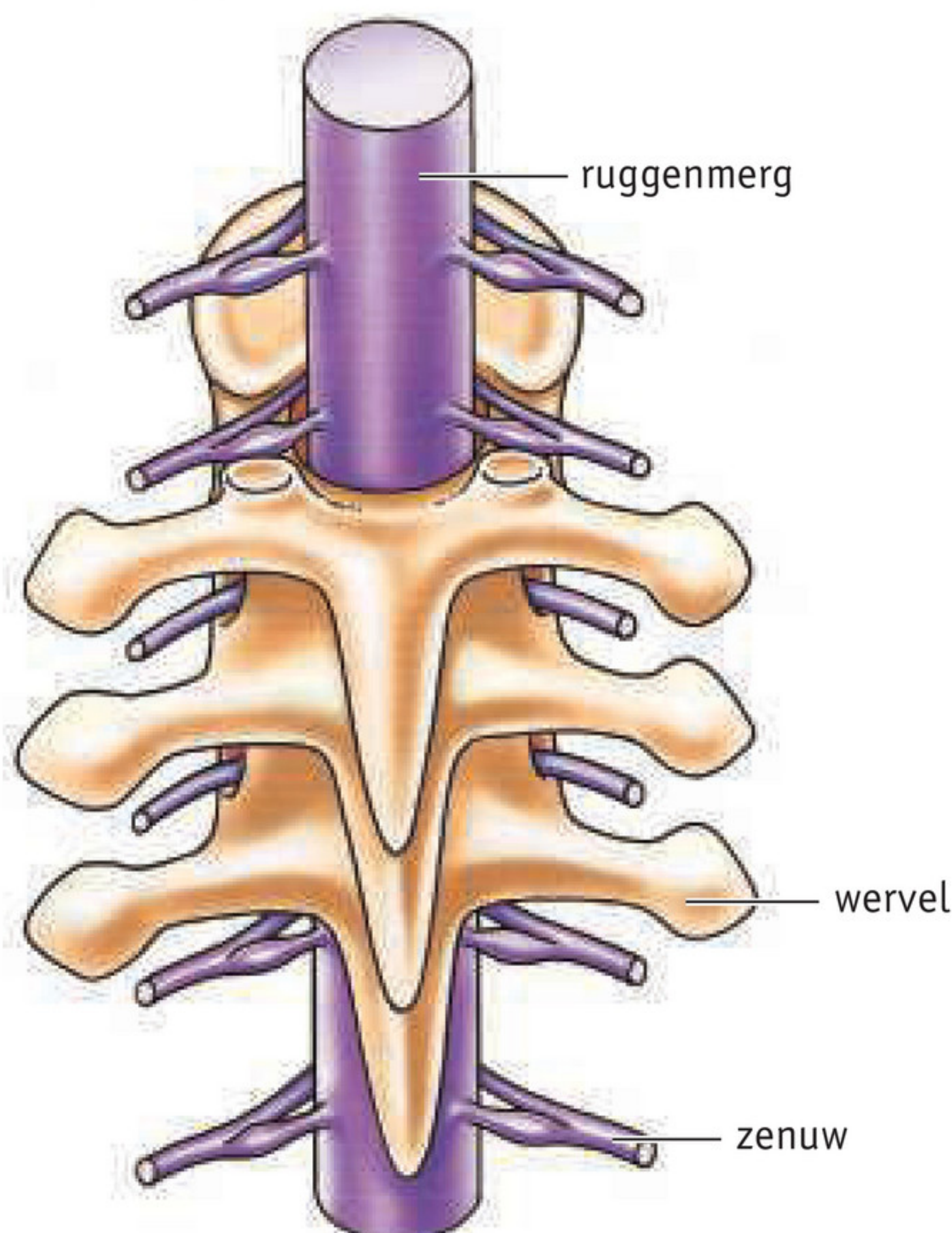
In het lichaam wordt nooit één impuls via één uitloper naar het centrale zenuwstelsel of naar een spier of klier geleid. In werkelijkheid worden via duizenden uitlopers tegelijk impulsen geleid. De uitlopers liggen bij elkaar in een **zenuw** (zie afbeelding 4). Elke uitloper in een zenuw is omgeven door een dun laagje. Dat laagje isoleert de uitlopers van elkaar. Om een zenuw heen ligt een stevige laag die bescherming biedt.

Afb. 4 Zenuw met enkele zenuwcellen.



De zenuwen verbinden het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen (zie afbeelding 1). Delen van het hoofd en de hals zijn door zenuwen rechtstreeks verbonden met de hersenen. Delen van de romp en van de ledematen zijn door zenuwen verbonden met het ruggenmerg. Via zenuwen in het ruggenmerg worden impulsen naar de hersenen geleid. Het ruggenmerg begint bij de hersenen en eindigt bij de lendenwervels onder in de rug. Het ruggenmerg is omgeven door de wervels van de wervelkolom (zie afbeelding 5).

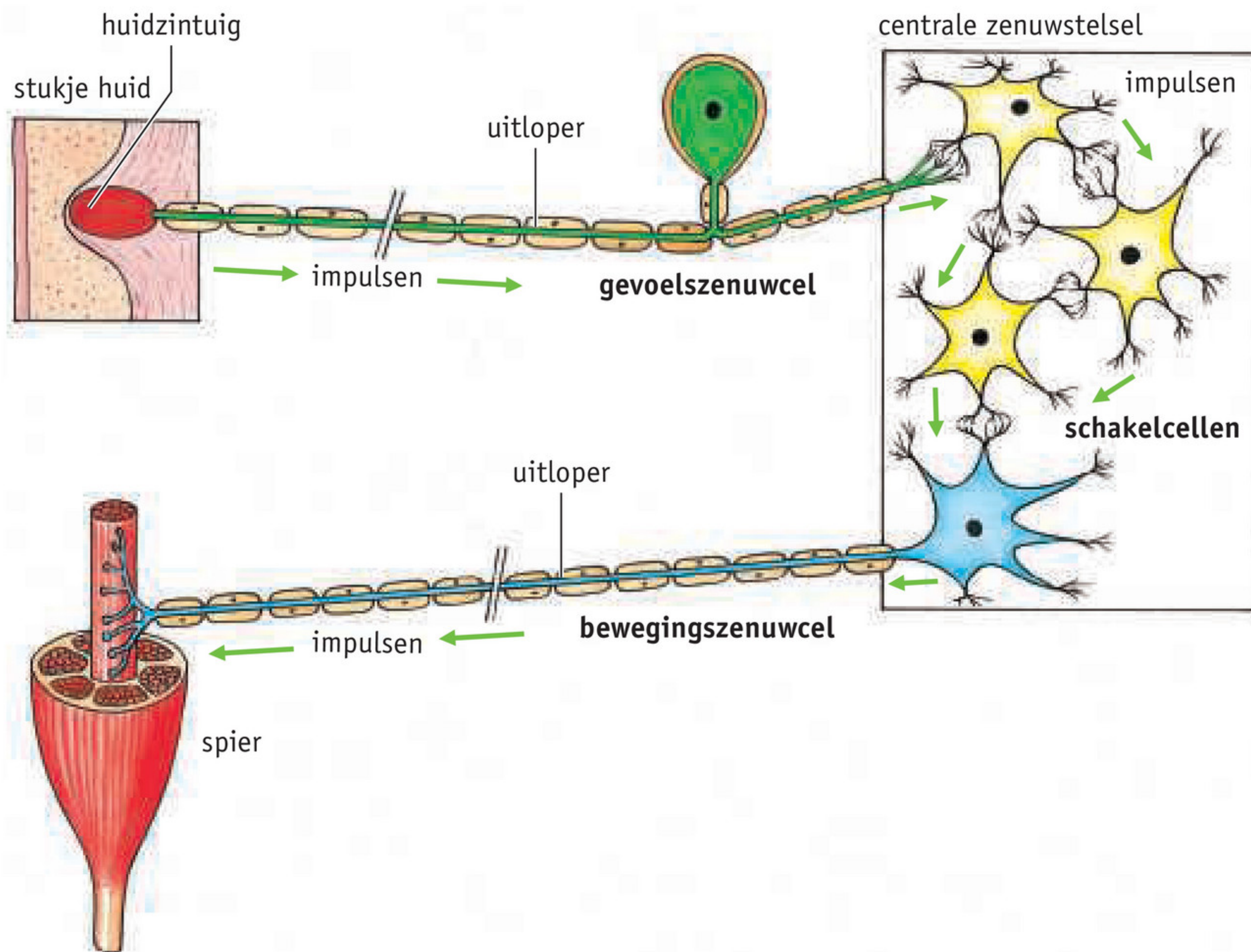
Afb. 5 Ruggenmerg in de wervelkolom.



DRIE TYPEN ZENUWCELLEN

In afbeelding 6 zie je drie typen zenuwcellen: gevoelszenuwcellen, bewegingszenuwcellen en schakelcellen.

Afb. 6 Drie typen zenuwcellen.



Gevoelszenuwcellen geleiden impulsen van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel. De cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen vlak bij het centrale zenuwstelsel. Een gevoelszenuwcel heeft één lange uitloper, die impulsen naar het cellichaam toe geleidt. Soms is deze uitloper wel een meter lang, bijvoorbeeld bij een gevoelszenuwcel die impulsen geleidt van een zintuigcel in een teen naar het cellichaam vlak bij het ruggenmerg.

Bewegingszenuwcellen geleiden impulsen van het centrale zenuwstelsel naar spieren of klieren. De cellichamen van bewegingszenuwcellen liggen in het centrale zenuwstelsel. Een bewegingszenuwcel heeft één lange uitloper (soms wel een meter lang), die impulsen van het cellichaam af geleidt.

Schakelcellen geleiden impulsen binnen het centrale zenuwstelsel. Ze verbinden de uitlopers van gevoelszenuwcellen met de uitlopers van bewegingszenuwcellen. Schakelcellen liggen in hun geheel in het centrale zenuwstelsel. Schakelcellen zijn onderling verbonden door middel van uitlopers.

DE WEG DIE IMPULSEN AFLEGGEN

Zenuwen kunnen heel lang zijn, soms wel een meter. De impulsen leggen dan een grote afstand af door de zenuwen. Toch ben je in staat heel snel te reageren. De impulsen worden dus met grote snelheid door het zenuwstelsel voort geleid.

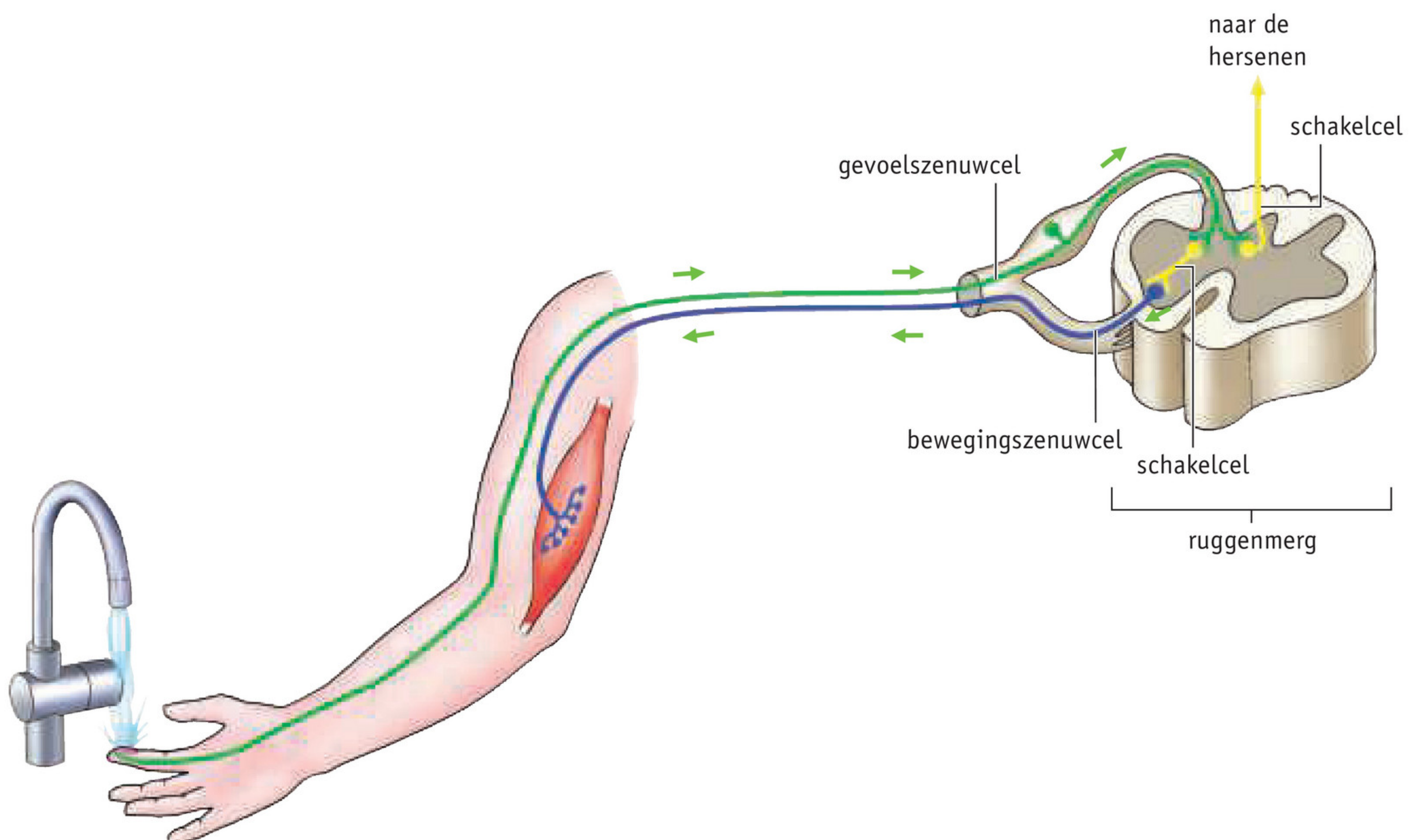
Bij het reageren op prikkels kunnen impulsen via verschillende wegen door het zenuwstelsel worden voort geleid. Bij een **bewuste reactie** gaan er eerst impulsen van je zintuigen naar je hersenen. Je wordt je bewust van de prikkels die je zintuigen opvangen. Je beslist hoe je wilt reageren, waarna impulsen van je hersenen naar je spieren gaan. Je spieren trekken samen en je reageert.

Bij een reflex gaan de impulsen niet via je hersenen (behalve bij reflexen die in je hoofd plaatsvinden, zoals watertanden). Een **reflex** is een vaste, snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel. Voorbeelden van reflexen zijn de terugtrekreflex, de ooglidreflex en de pupilreflex.

In afbeelding 7 is een voorbeeld van een terugtrekreflex getekend. Je wilt je hand afspoelen. Het water blijkt heel heet te zijn. Zodra je in aanraking komt met het hete water, trek je je hand terug. Pas daarna voel je de pijn.

Door het hete water op je hand ontstaan impulsen in zintuigcellen in je huid. Deze impulsen worden via gevoelszenuwcellen naar schakelcellen in je ruggenmerg geleid. De schakelcellen in het ruggenmerg geleiden de impulsen direct door naar bewegingszenuwcellen. De bewegingszenuwcellen geleiden de impulsen naar spiercellen van de armspieren. Hierdoor trekken je armspieren zich samen, waardoor je je arm terugtrekt.

Afb. 7 Terugtrekreflex.



De schakelcellen geleiden ook impulsen naar je hersenen. De weg van het ruggenmerg naar de hersenen is echter langer dan de weg van het ruggenmerg naar de armspieren. Daardoor trek je eerst je hand terug en voel je pas daarna de pijn. De weg die impulsen bij een reflex afleggen, wordt een **reflexboog** genoemd. De snelheid van reflexen is vaak nodig om je lichaam te beschermen tegen beschadigingen.

KENNIS

1

- a** Uit welke delen bestaat het centrale zenuwstelsel?
- b** Het centrale zenuwstelsel is met alle lichaamsdelen verbonden door
- c** Karlijn wordt op haar schouder getikt en draait haar hoofd om.
Hoe wordt Karlijn zich bewust van het tikken op haar schouder?
- d** Hoe reageren haar halsspieren als daar impulsen aankomen?
- e** Karlijn krijgt van een klasgenoot een stukje chocolade aangeboden. Impulsen komen bij haar speekselklieren aan.
Deze impulsen zijn ontstaan in haar *hersenen* / *spieren* / *zintuigen*.

2

- a** Wat is een zenuw?
 - ☐ A een bundel uitlopers van zenuwcellen
 - ☐ B een cel die impulsen kan geleiden
 - ☐ C twee zenuwcellen die met elkaar verbonden zijn
- b** Wat is de functie van het laagje om elke uitloper in een zenuw?
 - ☐ A de uitlopers van elkaar isoleren
 - ☐ B impulsen geleiden van en naar het cellichaam
 - ☐ C zorgen voor bescherming van de zenuw
- c** Bij welk type zenuwcellen ligt de gehele cel in het centrale zenuwstelsel?
 - ☐ A bewegingszenuwcellen
 - ☐ B gevoelszenuwcellen
 - ☐ C schakelcellen
- d** Van welk type zenuwcellen liggen de cellichamen in het centrale zenuwstelsel en de uitlopers daarbuiten?
 - ☐ A bewegingszenuwcellen
 - ☐ B gevoelszenuwcellen
 - ☐ C schakelcellen
- e** Verbind de functie met het juiste type zenuwcellen.

A geleiden impulsen van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel	☐		☐	1 schakelcellen
B geleiden impulsen binnen het centrale zenuwstelsel	☐		☐	2 bewegingszenuwcellen
C geleiden impulsen van het centrale zenuwstelsel naar spieren of klieren	☐		☐	3 gevoelszenuwcellen

3

- a** Een bewuste reactie op een prikkel bestaat uit zeven stappen.
Zet de stappen in de goede volgorde.
- De prikkels worden omgezet in impulsen.
- Impulsen gaan van je hersenen via je ruggenmerg naar je spieren.
- Je beslist hoe je wilt reageren.
- Je spieren trekken samen en je reageert.
- Je wordt je bewust van de prikkels die je zintuigen opvangen.
- 1 Je zintuigcellen vangen prikkels op.
- Zenuwcellen geleiden de impulsen via het ruggenmerg naar je hersenen.

- b** Een reflexboog bestaat uit vijf stappen.
Zet de stappen in de goede volgorde.
- De prikkels worden omgezet in impulsen.
- Je spieren trekken samen en je reageert.
- 1 Je zintuigcellen vangen prikkels op.
- Schakelcellen geleiden de impulsen direct door naar zenuwcellen van de spieren.
- Zenuwcellen geleiden de impulsen naar het ruggenmerg.
- c** Bij een reflexboog geleiden de schakelcellen ook impulsen naar de hersenen.
Toch komt de waarneming van de prikkels bij een reflex pas nadat de reflex heeft plaatsgevonden.
Leg uit hoe dat komt.

4

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van deze basisstof.

Het zenuwstelsel bestaat uit:

-
-

De functies van het zenuwstelsel zijn:

-
-

Een zenuwcel bestaat uit:

-
-
-

Drie typen zenuwcellen:

-
-
-

Een zenuw is

Een reflex is

De weg die impulsen bij een reflexboog afleggen:

-
-
-
-

INZICHT

5

- a Het cellichaam van een zenuwcel ligt vlak bij het ruggenmerg. Een lange uitloper van deze cel geleidt impulsen naar het cellichaam toe.
Deze zenuwcel is verbonden met *spieren / zintuigcellen*.
- b Zenuwen verbinden de tong met het centrale zenuwstelsel.
Met welk deel van het centrale zenuwstelsel is de tong verbonden? Leg je antwoord uit.

6

Lees de tekst 'Taser verlamt verdachte'.

Waardoor kan een verdachte die is geraakt door een taser zich niet meer bewegen?

Afb. 8

Taser verlamt verdachte

Arrestatieteams van politie en marechaussee gebruiken soms een taser als stroomstootwapen. De taser verlamt een verdachte door middel van een elektrische schok. Een politieman richt een laserstraal op de verdachte en haalt de trekker over, waarna twee pijltjes in het lichaam van de verdachte worden geschoten. Aan deze pijltjes zitten weerhaakjes. Vervolgens krijgt de verdachte een aantal stroomstoten. Die blokkeren de elektrische signalen van de zenuwen, waardoor de verdachte verlamd neervalt.



pijltjes met
weerhaakjes

laserstraal

7

Soms word je wakker en voel je je arm of je been vreemd tintelen. Verder voel je er niets meer in. Het lukt ook niet om je arm of been op te tillen. Je hebt dan op je arm of been gelegen en bloedvaten en zenuwen afgekneld, waardoor je een slaaparm of slaapbeen hebt.

- a Leg uit waarom je niets meer voelt in een slaaparm of slaapbeen.
- b Leg uit waarom je een slaaparm of slaapbeen niet kunt optillen.

8

Iemand duwt je tegen je rug. Je voelt de duw, kijkt achterom en duwt terug.

a Is het terugduwen een bewuste reactie of een reflex? Leg je antwoord uit.

b Zet de zinnen over het verloop van deze handeling in de goede volgorde.

..... De drukzintuigcellen in je rug vangen prikkels op.

..... De prikkels worden omgezet in impulsen.

..... Impulsen van je hersenen worden via het ruggenmerg naar je spieren geleid.

..... In je hersenen word je je bewust van de prikkels die je zintuigen opvangen.

..... Je beslist hoe je wilt reageren.

..... Je spieren trekken samen en je reageert.

..... Schakelcellen in het ruggenmerg geleiden impulsen naar je hersenen.

..... Zenuwcellen geleiden de impulsen naar het ruggenmerg.

c Geef twee functies van de hersenen bij deze handeling.

9

Door de zoekreflex draait een baby automatisch zijn hoofd in de richting van iets warm en zachts dat zijn wang raakt, zoals de borst van zijn moeder. Nadat een baby met zijn mond de tepel heeft gevonden, treedt de zuigreflex in werking. Door de slikreflex kan de baby de melk doorslikken en komt die in de slokdarm terecht.

a Wat is de functie van de zoekreflex, zuigreflex en slikreflex bij een baby?

b Bij de voetzoolreflex krullen bij een baby de tenen om wanneer je op de voetzool drukt. Beschrijf de reflexboog waarlangs de impulsen worden voort geleid bij de voetzoolreflex.

+ 10

Bij de behandeling van pijnlijke wonden worden patiënten soms plaatselijk verdoofd. De gevoelszenuwcellen worden dan uitgeschakeld, bijvoorbeeld in een hand.

a Is het mogelijk dat een patiënt tijdens een behandeling zijn hand in een reflex terugtrekt? Leg je antwoord uit.

b Is het mogelijk dat een patiënt tijdens de behandeling zijn hand bewust terugtrekt? Leg je antwoord uit.

SAMENHANG leefwereld

EEN DWARSLAESIE

Een dwarslaesie is een beschadiging aan het ruggenmerg, waardoor de verbinding tussen de hersenen, organen en spieren is onderbroken. In Nederland komen er per jaar ongeveer tweehonderd mensen met een dwarslaesie bij. Meestal is een verkeersongeval de oorzaak, maar ook tijdens een medische behandeling, een val van grote hoogte, duiken in ondiep water en sporten kan een dwarslaesie ontstaan. Vanuit de lichaamsdelen onder de dwarslaesie kunnen geen impulsen meer naar de hersenen worden geleid. Andersom kunnen vanuit de hersenen geen impulsen meer naar deze lichaamsdelen worden geleid. De verbinding kan totaal of gedeeltelijk zijn onderbroken. Samen met de hoogte van de dwarslaesie bepaalt dit in welke mate iemand nog controle heeft over zijn bewegingen en organen, en of hij nog iets voelt.

11

Lees de tekst 'Een dwarslaesie'.

- a Milan heeft een dwarslaesie in zijn nek als gevolg van een duik in ondiep water. Alleen zijn rechterarm en zijn hoofd functioneren nog volledig. Als hij een douche neemt, voelt hij het water alleen over de rechterkant van zijn lichaam stromen. Is de dwarslaesie bij Milan totaal of gedeeltelijk? Leg je antwoord uit.
- b Als Milan tijdens het douchen het water over de rechterkant van zijn lichaam voelt stromen, zetten-zintuigen prikkels om in impulsen en-zenuwcellen geleiden de impulsen naar de hersenen.
- c Kan bij Milan de kniepeesreflex nog plaatsvinden? Leg je antwoord uit.
- d Kan Milan de tik tegen de kniepees nog voelen? Leg je antwoord uit.
- e Bekijk afbeelding 9. Een exoskelet is een soort robotpak met motoren bij de heupen, knieën en soms ook bij de enkels. De motoren bootsen een loopbeweging na doordat ze worden aangestuurd door een computer die in het pak is verwerkt of op de rug wordt gedragen.
Met welk deel van het centrale zenuwstelsel kun je de functie van de computer van het exoskelet vergelijken? Leg je antwoord uit.

Afb. 9 Oefenen met een exoskelet.



 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

5 Gedrag

LEERDOELEN

5.5.12 Je kunt uitleggen wat gedrag is.

► Leren onderzoeken 2

5.5.13 Je kunt uitleggen waardoor gedrag wordt bepaald.

► Practicum 7

5.5.14 Je kunt het verschil benoemen tussen observatie en interpretatie van gedrag.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	5.5.12	5.5.13	5.5.14	5.4.10*
Onthouden	1	2cde		
Begrijpen	5	2ab, 3, 5	4, 5	
Toepassen	6ab, 7, 8a	10a	8d, 9b	
Analyseren	6cd, 8b	6d, 8c, 9a, 10bcd		9c

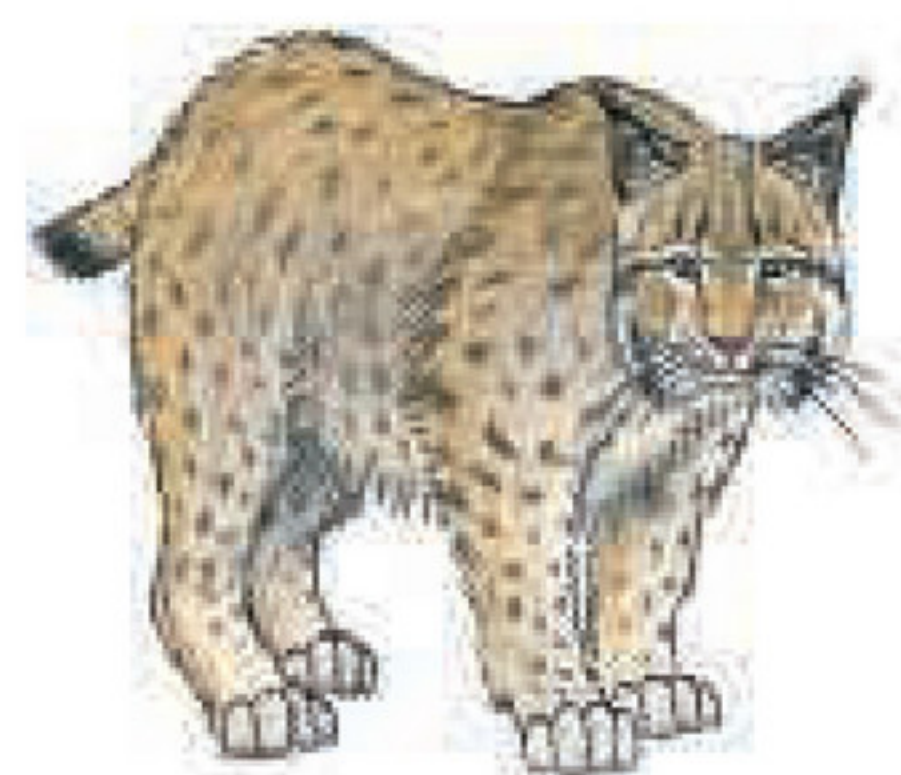
*Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Alles wat een mens of dier doet, zoals lachen en naar iets kijken, is gedrag. Ook geluiden maken, slapen, geurstoffen afgeven en zelfs gewoon stilstaan zijn voorbeelden van gedrag.

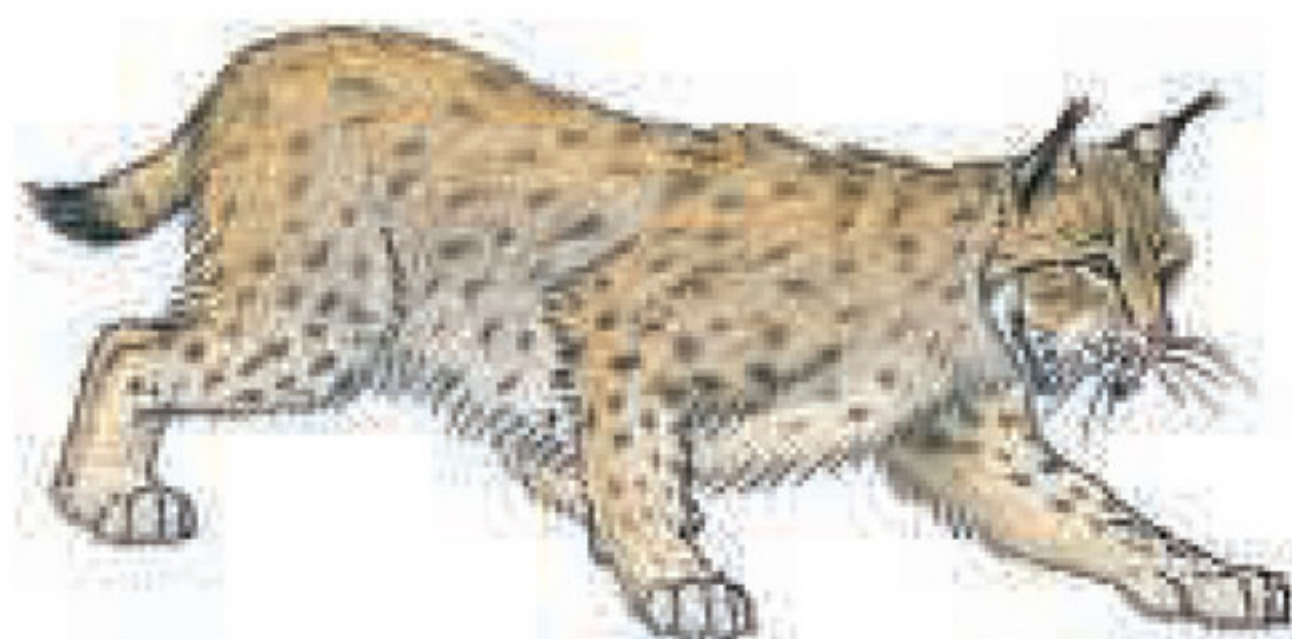
WAT IS GEDRAG?

Gedrag van organismen bestaat uit **handelingen** die met elkaar samenhangen en samen een doel hebben. In afbeelding 1 zie je het gedrag van een jagende lynx. Het jachtgedrag van de lynx bestaat uit samenhangende handelingen, zoals spieden en sluipen. Het doel van jachtgedrag is eten bemachtigen om in leven te blijven. De verschillende handelingen volgen elkaar in een vaste volgorde op en het effect van de ene handeling leidt tot een volgende handeling. Dit noem je een **gedragsketen**. Het effect van spieden bijvoorbeeld is een prooi opmerken. Dat leidt tot de volgende handeling: sluiplopen, en zo verder.

Afb. 1 Een gedragsketen: het jachtgedrag van een lynx.



1 spieden



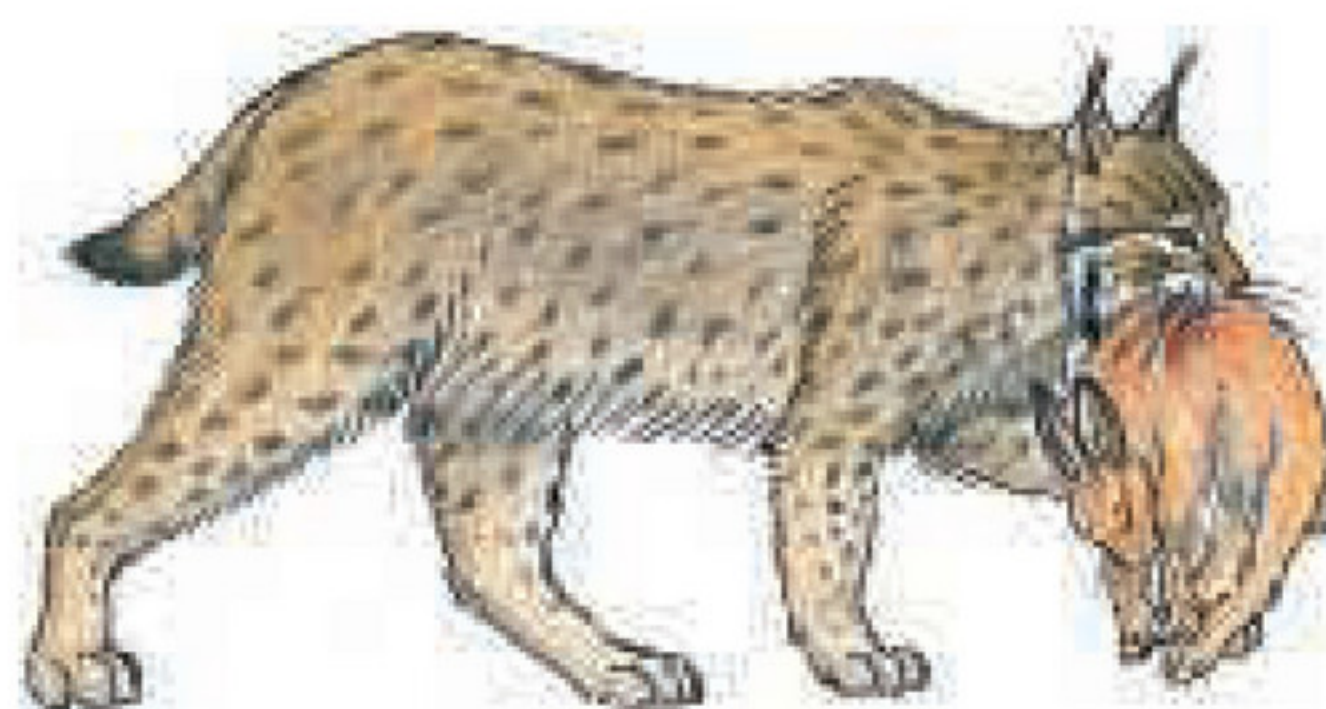
2 sluiplopen



3 sluipen



4 bespringen en doden



5 prooislepen



6 prooi eten

MOTIVATIE

Een prikkel is een invloed uit de omgeving op een organisme. Zintuigen reageren op prikkels door impulsen naar de hersenen te sturen. Bij een bewuste reactie sturen de hersenen vervolgens impulsen naar de spieren. In afbeelding 2 zie je daar een voorbeeld van. Het meisje vindt een leuk filmpje op YouTube. In haar hersenen wordt zij zich bewust van die prikkel. Vervolgens reageert zij op de prikkel: ze gaat er goed voor zitten, klikt de video aan en kijkt ernaar. Er gaan dan impulsen naar haar spieren. Een reactie op een prikkel heet een **respons**.

Afb. 2 Gedrag is een respons op een prikkel.



Er bestaan verschillende soorten prikkels. Iemand kan honger krijgen en gaan eten. Honger is een **inwendige prikkel**: een prikkel die in het lichaam ontstaat. Andere prikkels komen van buiten het lichaam. Je ziet en ruikt bijvoorbeeld versgebakken brood. Een **uitwendige prikkel** komt van buiten het lichaam en kun je via je zintuigen waarnemen.

De **motivatie** is de bereidheid tot het verrichten van bepaald gedrag. Als je al veel hebt gegeten, is je motivatie erg laag om nog een boterham te eten. De prikkel 'ruiken van vers brood' leidt dan niet tot eetgedrag. Maar als je honger hebt, is je motivatie om te eten hoog. Dezelfde prikkel, 'ruiken van vers brood', leidt dan wel tot een respons.

AANGEBOREN EN AANGELEERD

Gedrag is voor een deel aangeboren en voor een deel aangeleerd. Al direct na de geboorte kunnen jonge zoogdieren zich voeden door te zuigen aan de tepel van de moeder (zie afbeelding 3). Dit is een voorbeeld van **aangeboren gedrag**, want de jongen hoeven dit niet te leren. Als gedrag ontstaat door leren, is dat **aangeleerd gedrag**. Een peuter leert bijvoorbeeld met een lepel eten en een kat leert om de kattenbak te gebruiken.

Afb. 3 Aangeboren gedrag bij kittens.



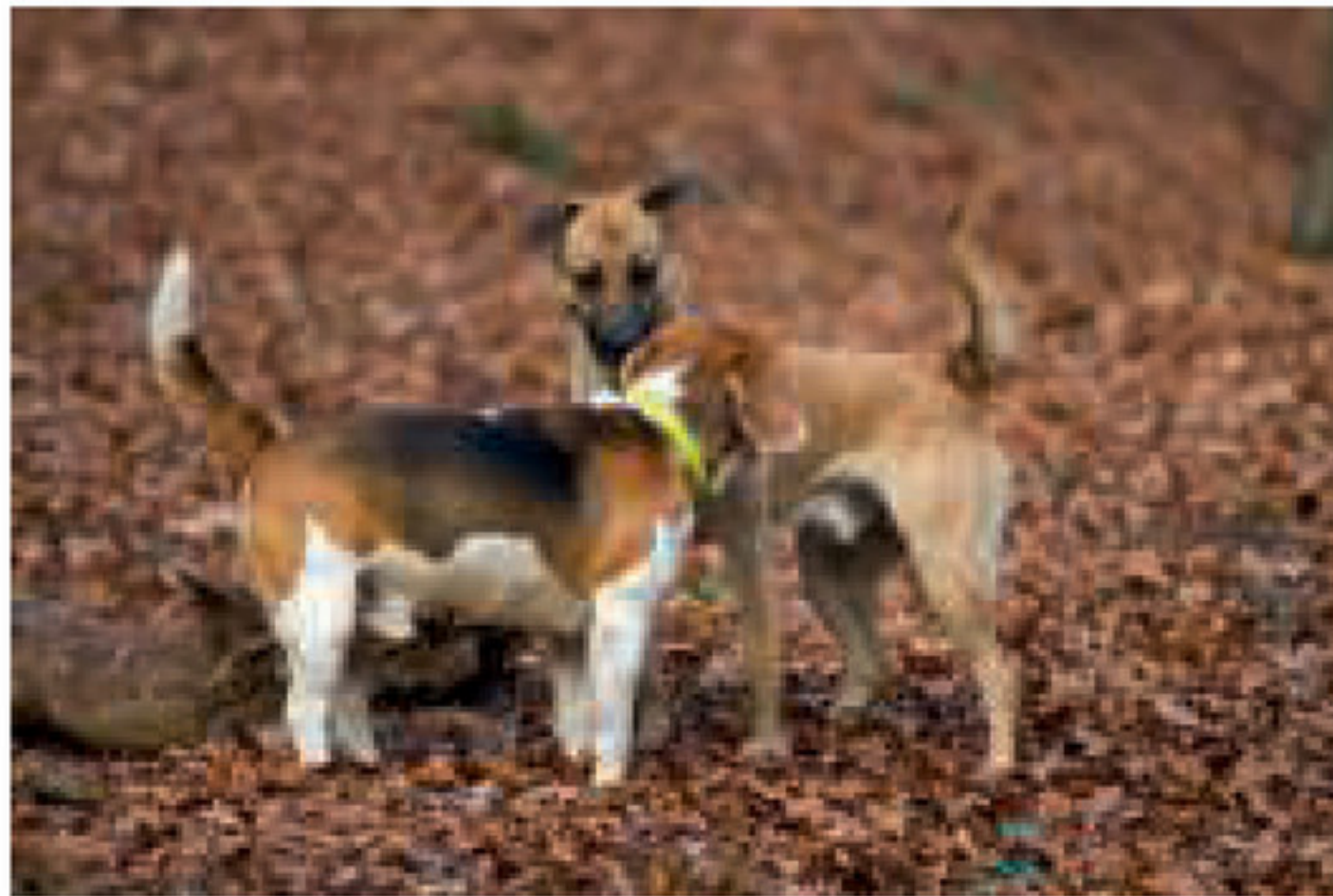
SOCIAAL GEDRAG

Bij veel dieren en mensen wordt het gedrag beïnvloed door soortgenoten. Het gedrag van soortgenoten naar elkaar noem je **sociaal gedrag**. Bij sociaal gedrag is een handeling van een dier (of een mens) een prikkel voor een handeling van een soortgenoot.

Bijvoorbeeld: je ziet een bekende lopen aan de overkant van de straat. Hij steekt zijn hand op, jij zwaait terug.

Een prikkel of handeling bij sociaal gedrag noem je een **signaal**. Het opsteken van de hand is een signaal aan een soortgenoot. Mensen en dieren gebruiken signalen om met elkaar te communiceren. Voorbeelden van signalen bij mensen zijn lichaamshouding, gebaren en taal. Dieren gebruiken vaak kleur, geluiden of geur (zie afbeelding 4).

Afb. 4 Voor honden is geur een belangrijk signaal.



GEDRAG VAN MENSEN

Het gedrag van mensen is anders dan dat van dieren. Mensen denken na over hun gedrag en ze beoordelen het gedrag van anderen. Dieren doen dat niet. Veel mensen vinden het prettig als de mensen om hen heen ongeveer hetzelfde gedrag vertonen als zijzelf. Afwijkend gedrag wordt vaak slecht gevonden. Om goed te kunnen samenleven, hebben mensen daarom normen en waarden voor hun gedrag.

Waarden zijn de dingen die mensen belangrijk vinden in het leven. Voorbeelden zijn eerlijkheid, respect, rechtvaardigheid en vrijheid. **Normen** zijn gedragsregels waarvan veel mensen vinden dat je eraan moet houden. Bijvoorbeeld: je mag niet stelen. Normen zijn gebaseerd op waarden. De norm 'je mag niet stelen' is bijvoorbeeld gebaseerd op de waarde 'eerlijkheid'.

OBSERVATIE EN INTERPRETATIE

Een hand opsteken is een signaal dat verschillende betekenissen kan hebben (zie afbeelding 5). Om te begrijpen wat er wordt bedoeld, kijk je niet alleen naar de hand, maar ook naar de situatie, de gezichtsuitdrukking en de lichaamshouding. Daardoor weet je dat het meisje in de afbeelding iets wil zeggen, dat de moeder een high five geeft en dat de jongen iemand groet.

Afb. 5 Een hand opsteken is een signaal.



Het feitelijke gedrag dat je waarneemt – iemand steekt een hand op – noem je een **observatie**. Bij een hond die kwispelt, is de observatie: de hond beweegt zijn staart op en neer. Wat jij denkt dat dit gedrag betekent, noem je de **interpretatie**. Bijvoorbeeld: de hond is blij (een andere interpretatie zou kunnen zijn: hij probeert een vlieg weg te jagen).

KENNIS

1

a Welke omschrijving hoort bij het begrip?

- | | | |
|----------------|-----------------------|---|
| A gedragsketen | ☐ | ☐ 1 bereidheid tot verrichten van bepaald gedrag |
| B motivatie | ☐ | ☐ 2 invloed uit de omgeving |
| C prikkel | ☐ | ☐ 3 reactie op een prikkel |
| D respons | ☐ | ☐ 4 vaste opeenvolging van handelingen waarbij het effect van de ene handeling leidt tot een volgende handeling |

2

- a** Gedrag dat jonge zoogdieren direct na de geboorte vertonen, is *aangeboren / aangeleerd*.
- b** Een merel verdedigt zijn territorium tegen soortgenoten. Is dat sociaal gedrag? Leg je antwoord uit.
- c** Hoe noem je een handeling bij sociaal gedrag die werkt als prikkel voor een handeling van een soortgenoot?
- d** Wat gebruiken dieren vaak om met elkaar te communiceren?
- e** Gedragsregels waarvan veel mensen vinden dat je eraan moet houden, zijn *normen / waarden*.

3

- a** Het gedrag van mensen is sterker *aangeboren / aangeleerd* dan het gedrag van dieren.
- b** Geef nog een verschil tussen het gedrag van dieren en mensen.

4

Bart steekt zijn hand op in de klas. Zijn docent concludeert dat Bart een vraag wil stellen.

a Is dit een observatie of een interpretatie van de docent? Leg je antwoord uit.

b In welke zinnen staat een observatie?

- ☐ A Een hond beweegt zijn staart heen en weer.
- ☐ B Een hond probeert een vlieg weg te jagen door te kwispelen.
- ☐ C Een medeleerling groet door naar je te zwaaien.
- ☐ D Iemand steekt een hand op.

5

Samenvatting



Maak een samenvatting van deze basisstof door de mindmap van afbeelding 6 in te vullen.

Afb. 6



INZICHT

6

- a** Welke zinnen zijn een voorbeeld van gedrag?
- ☐ A Een appel valt van een boom.
 - ☐ B Een blad groeit naar het licht.
 - ☐ C Een jongen kijkt tv.
 - ☐ D Een kat kijkt naar de tv.
 - ☐ E Een meisje krijgt kippenvel.
 - ☐ F Een plant hangt slap.
- b** Serena kijkt naar een romantische, emotionele film. Ze wordt er droevig van en moet huilen.
Welke zin is juist?
- ☐ A De emotionele film is een prikkel en het huilen een respons.
 - ☐ B De emotionele film kijken en het huilen zijn handelingen van een gedragsketen.
 - ☐ C De emotionele film kijken is een respons en het huilen een prikkel.
- c** Bij een respons komen impulsen aan bij en/of bij
- d** Is een reflex of onbewuste beweging gedrag? Leg je antwoord uit.

7

Een sperwer is een roofvogel die voor zichzelf een uitkijkpost in de lucht maakt door te bidden. Bidden is het op dezelfde plaats in de lucht blijven hangen door snellere vleugelslagen te maken. Een sperwer kan op die manier met onbeweeglijk gehouden kop speuren naar prooien, zoals muizen.

- a** Wat is de motivatie voor een sperwer om te gaan bidden?
- b** Het bidden wordt na enige tijd gevolgd door een duikvlucht naar beneden.
Wat is de prikkel voor de duikvlucht?
- c** Noteer de handelingen van de gedragsketen bij de jacht van een sperwer in de juiste volgorde.

8

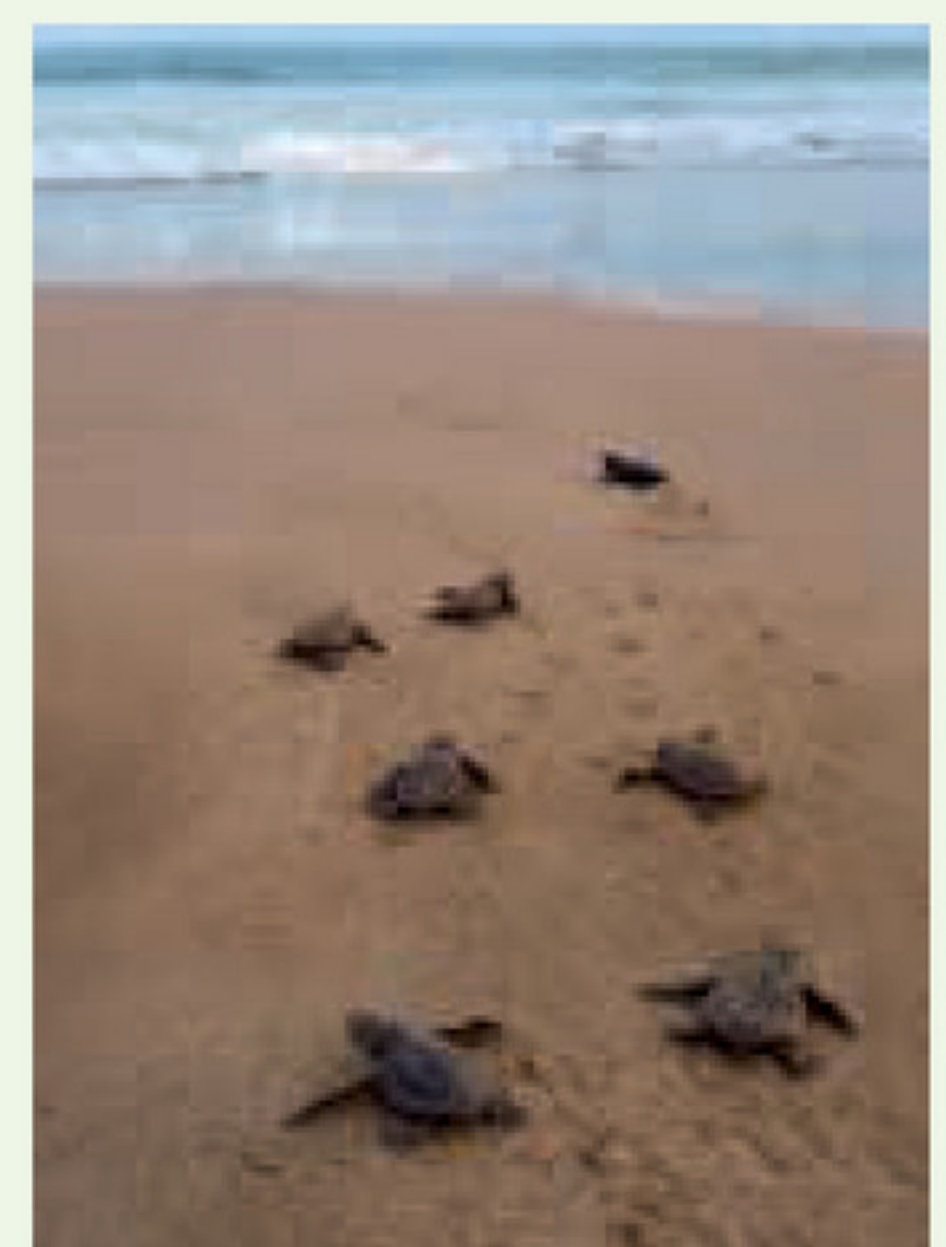
Lees de tekst 'Zeeschildpadden'.

- a** Welke handelingen verrichten jonge zeeschildpadden nadat ze uit het ei zijn gekomen?
- b** Behoren de handelingen van de jonge zeeschildpadden tot een gedragsketen? Leg je antwoord uit.
- c** Is het gedrag van de jonge zeeschildpadden aangeleerd of aangeboren? Leg je antwoord uit.
- d** Door internationale natuurbeschermingsorganisaties wordt de *Caretta caretta* beschouwd als kwetsbaar. Toch worden in veel landen zowel de eieren als het vlees gegeten door de mens.
Volgens de *normen / waarden* van natuurbeschermers mag je de eieren en het vlees van de *Caretta caretta* niet eten.

Afb. 7

Zeeschildpadden

Zeeschildpadden van de soort *Caretta caretta* leggen hun eieren in een kuil op het strand en dekken die daarna af met zand. Wanneer de jonge zeeschildpadden uit het ei komen, kruipen ze uit het zand omhoog en gaan ze naar het water. De tocht over het strand duurt ongeveer twee minuten. Ze duiken het water in en zwemmen door het ondiepe water naar de diepe oceaan om daar uit te groeien tot volwassen zeeschildpadden.



+ 9

Lees de tekst 'Aposematisme'.

- a** Is de blauwe kleur van de tong van de skink een signaal? Leg je antwoord uit.
- b** Er zijn ook dieren die niet gevaarlijk of giftig zijn, maar aposematische kleuring gebruiken om op gevaarlijke soorten te lijken. Dit heet mimicry. Een voorbeeld zijn zweefvliegen die op wespen lijken.
Judith rent hard weg voor een zweefvlieg. Wat is haar observatie en wat haar interpretatie?
- c** De aardbeikikker is een felrood, giftig kikkertje met blauwe achterpoten. De huid van de aardbeikikker bevat giftige stoffen die de werking van bepaalde zenuwcellen beïnvloeden. Dat kan bij aanraking leiden tot een stilstand van de hartspier. Welk type zenuwcellen wordt beïnvloed door de gifstof? Leg je antwoord uit.

Afb. 8**Aposematisme**

Sommige dieren gebruiken felle kleuren om andere dieren af te schrikken. Dit noem je aposematisme. Hun kleuren zijn een waarschuwing voor vijanden dat het dier giftig of gevaarlijk is.

Soms zijn de felle kleuren verborgen en zie je ze pas als een dier wegvliegt of wegsprint. Sommige kikkers hebben bijvoorbeeld felgekleurde dijen die pas te zien zijn als ze wegspringen. Verborgen felle kleuren, die plotseling getoond worden om af te schrikken, noem je schrikkleuren. De meest voorkomende schrikkleuren zijn rood, geel en blauw. Op de foto zie je de blauwe tong van een blauwtongskink.



SAMENHANG wetenschap

UITSLOVERS

Een mannetjesprieelvogel probeert in de paartijd vrouwtjes te lokken door het bouwen van halfopen huisjes van stevige takken: een prieel. Bij felgekleurde soorten maken de mannetjes een simpele en halfopen tunnel van takjes. Het mannetje probeert het vrouwtje daar doorheen te lokken door speciale geluiden te maken en door ritmisch te bewegen met zijn vleugels en kop (baltsgedrag). Het vrouwtje geeft aan paringsbereid te zijn als ze door de tunnel naar het mannetje toe komt.

Mannetjes van soorten met weinig opvallende kleuren bouwen ingewikkelde priëlen en leggen daar uitgebreide, kleurrijke verzamelingen bij van felgekleurde bessen, bloemetjes, mos, steentjes, schimmels en felgekleurd afval van mensen (zie afbeelding 9). Wanneer een vrouwtje daarop afkomt en zijn prieel betreedt, wordt er gepaard.

Afb. 9 Een prieel van een prieelvogel.



10

Lees de tekst 'Uitslovers'.

- a** Vaak maken de mannetjes elkaars prieel kapot en stelen ze elkaars versieringen. Is dit sociaal gedrag? Leg je antwoord uit.
- b** Felgekleurde soorten maken als prieel een simpele en halfopen tunnel van takjes. Waarom zijn de priëlen van mannetjes met weinig opvallende kleuren ingewikkelder en versierd met kleurrijke verzamelingen?
- c** Een vrouwtje geeft aan paringsbereid te zijn als ze door de tunnel naar het mannetje toe komt.
Wordt haar toenadering door de tunnel bepaald door inwendige prikkels, door uitwendige prikkels of door beide typen prikkels? Leg je antwoord uit.
- d** Mensen en dieren gebruiken signalen om met elkaar te communiceren.
Leg uit waardoor vrouwtjes van de ene soort niet paren met mannetjes van een andere soort prieelvogels.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

6 Regeling

LEERDOELEN

5.6.15 Je kunt benoemen wat terugkoppeling is en hiervan voorbeelden geven.

5.6.16 Je kunt de werking van adrenaline, glucagon en insuline benoemen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	5.6.15	5.6.16	5.4.9*	5.5.13*
Onthouden	1, 2			
Begrijpen	5	3, 4, 5		
Toepassen	6, 7acd	8a, 10a	7a	10b
Analyseren	7b	8bc, 9, 10c	7b	

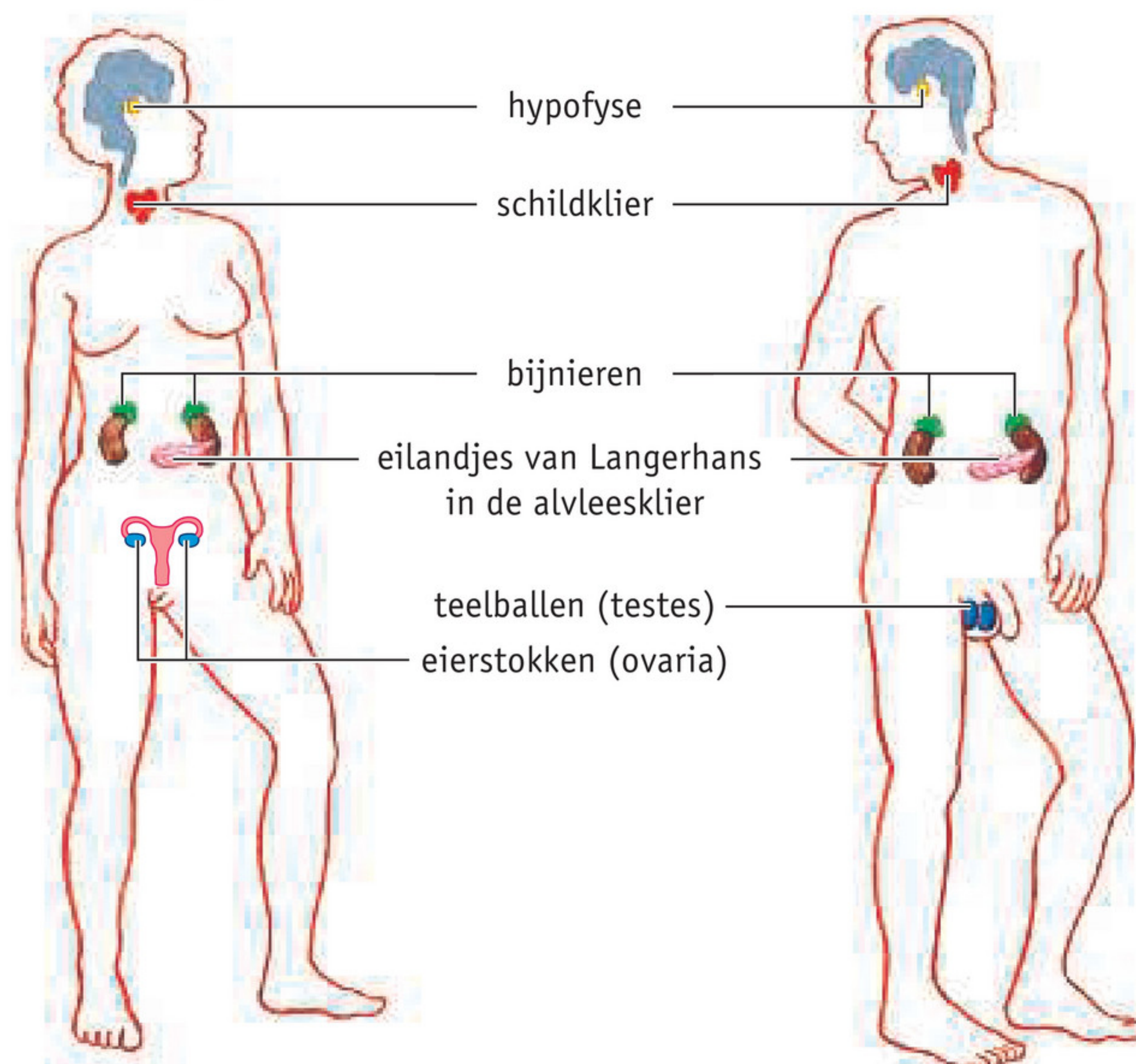
*Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Het zenuwstelsel regelt de werking van spieren en klieren. Hormoonklieren maken stoffen die processen in je lichaam regelen.

HORMONEN

Bij het regelen van processen in je lichaam werkt het zenuwstelsel vaak samen met het hormoonstelsel. Het **hormoonstelsel** bestaat uit een aantal hormoonklieren (zie afbeelding 1). Een klier is een orgaan dat stoffen produceert, bijvoorbeeld zweetklieren, talgklieren en speekselklieren. Hormoonklieren produceren hormonen. **Hormonen** zijn stoffen die de werking van organen regelen.

Afb. 1 De ligging van enkele hormoonklieren.



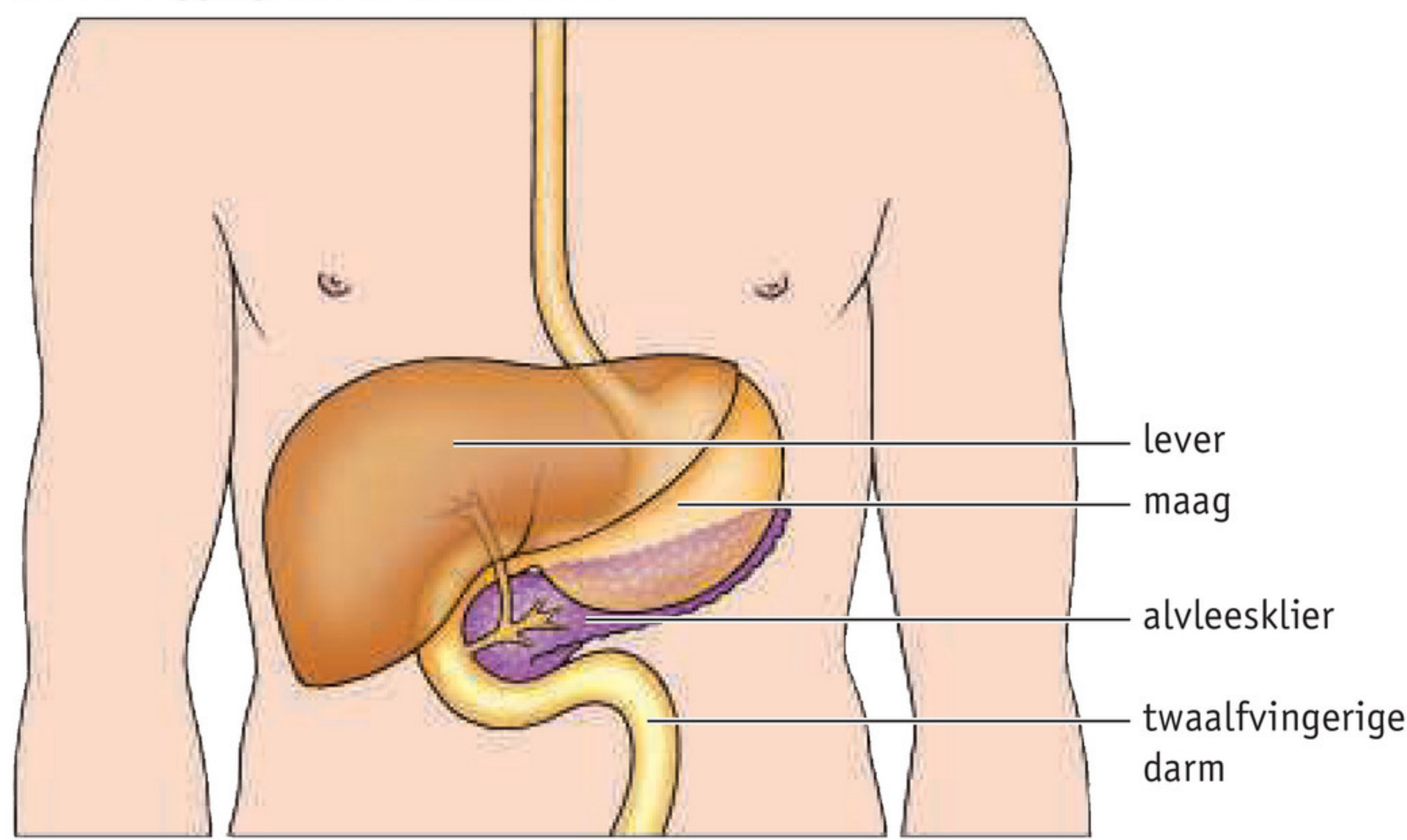
Hormoonklieren geven de hormonen af aan het bloed. Via het bloed komen de hormonen in het hele lichaam terecht. De hormonen zijn alleen werkzaam in weefsels en organen die gevoelig zijn voor dat hormoon. Belangrijke hormoonklieren zijn de hypofyse, de schildklier, de eilandjes van Langerhans in de alvleesklier, de bijniere, de eierstokken en de teelballen.

REGELING VAN HET GLUCOSEGEHALTE

Glucose is een suiker die door planten wordt gemaakt bij de fotosynthese. In voedsel dat afkomstig is van planten zit glucose. Glucose is een brandstof voor de cellen in je lichaam. De cellen halen energie uit glucose.

Glucose uit je voedsel wordt door de wand van de dunne darm heen opgenomen in het bloed. Na een maaltijd kan veel glucose in het bloed terechtkomen. De hoeveelheid glucose in het bloed noem je de **bloedsuikerspiegel**. Voor je lichaam is het belangrijk dat de bloedsuikerspiegel niet te hoog wordt, maar ook niet te laag. Hormonen uit de alvleesklier (zie afbeelding 2) regelen de hoeveelheid glucose in het bloed.

Afb. 2 Ligging van de alvleesklier.



In de alvleesklier liggen de **eilandjes van Langerhans**. Dit zijn groepjes cellen die de hormonen insuline en glucagon maken. Deze twee hormonen regelen de bloedsuikerspiegel. Ze houden het glucosegehalte van het bloed min of meer constant op 0,1%.

Na een maaltijd kan het glucosegehalte hoger worden dan 0,1%. De eilandjes van Langerhans reageren daarop door veel **insuline** te produceren. Onder invloed van insuline wordt glucose in de lever en in spieren omgezet in **glycogeen**. Glycogeen is een reservestof die wordt opgeslagen in de lever en in spieren. Doordat glucose wordt omgezet in glycogeen, daalt het glucosegehalte van het bloed.

Bij lichamelijke inspanning hebben je cellen veel energie nodig. De cellen nemen dan glucose op uit het bloed om deze als brandstof te gebruiken. Als het glucosegehalte van het bloed lager wordt dan 0,1%, gaan de eilandjes van Langerhans veel **glucagon** maken. Onder invloed van glucagon wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed weer.

TERUGKOPPELING

De regeling van de bloedsuikerspiegel kun je schematisch weergeven (zie afbeelding 3). Je ziet dat het proces steeds wordt bijgestuurd, zodat het glucosegehalte van het bloed min of meer constant blijft. Wordt het glucosegehalte te hoog, dan gaan de eilandjes van Langerhans insuline maken. Wordt het gehalte te laag, dan gaan ze glucagon maken. Deze manier van bijsturen noem je **terugkoppeling** of feedback. Het resultaat van een proces is dan de oorzaak van bijsturing van het proces:

- een te hoog glucosegehalte
- veroorzaakt een bijsturing (productie van insuline)
- het resultaat daarvan (daling van het glucosegehalte)
- veroorzaakt een volgende bijsturing (productie van glucagon), enzovoort

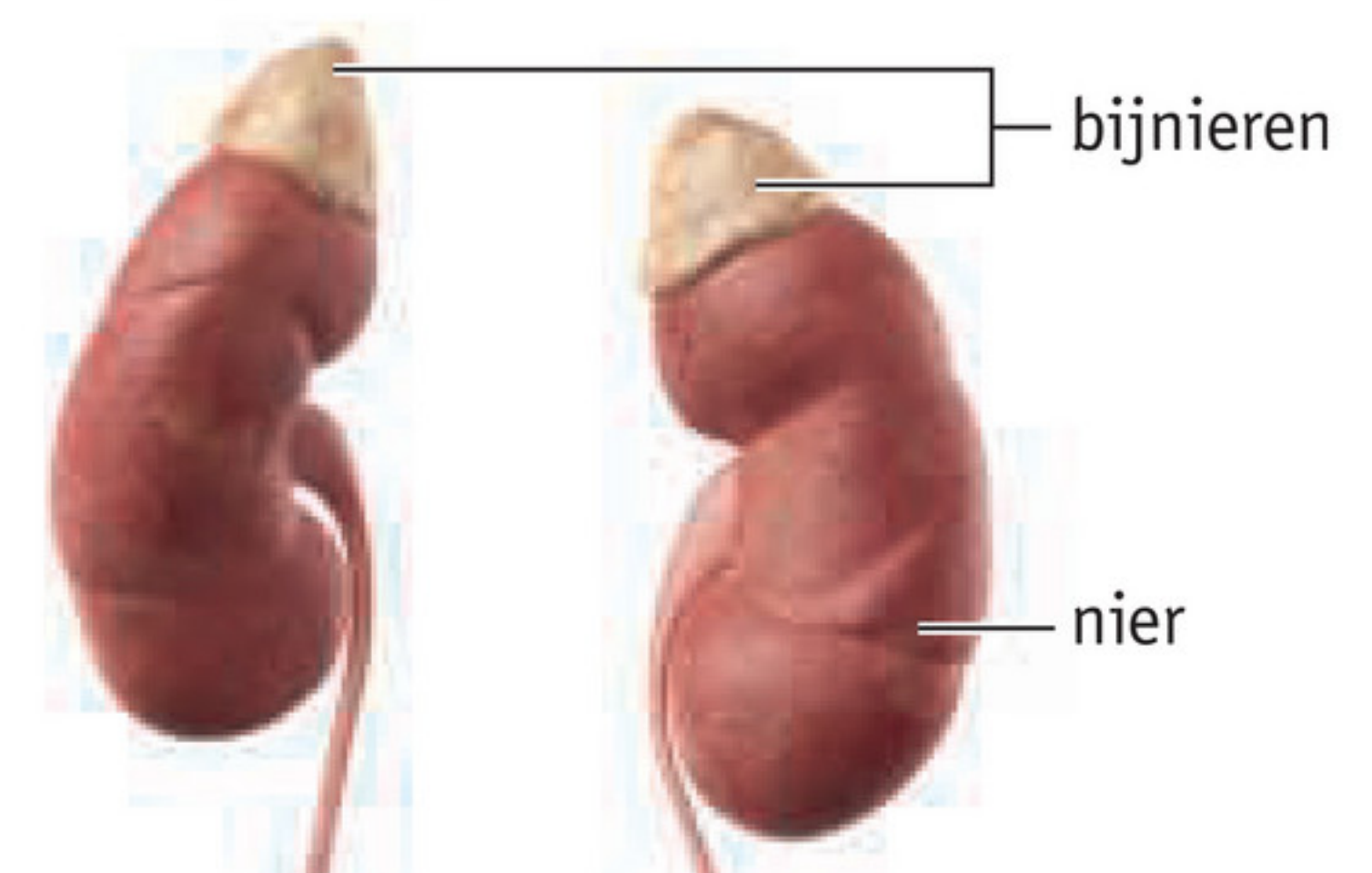
Afb. 3 Regeling van de bloedsuikerspiegel.



ADRENALINE

De bijnieren liggen als kapjes boven op de nieren (zie afbeelding 4). Als je erg boos of bang bent of ergens van schrikt, geven de bijnieren het hormoon **adrenaline** af aan het bloed. Onder invloed van adrenaline wordt glycogeen in de lever omgezet in glucose. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed. Adrenaline zorgt er ook voor dat het hart sneller gaat kloppen en dat je sneller gaat ademen. Op die manier zorgt adrenaline ervoor dat je lichaam snel kan handelen in situaties van grote spanning. Adrenaline wordt daarom ook wel het 'vlucht-of-vecht-hormoon' genoemd. Adrenaline is het enige hormoon met een snelle, kortdurende werking.

Afb. 4 De bijnieren.



KENNIS

1

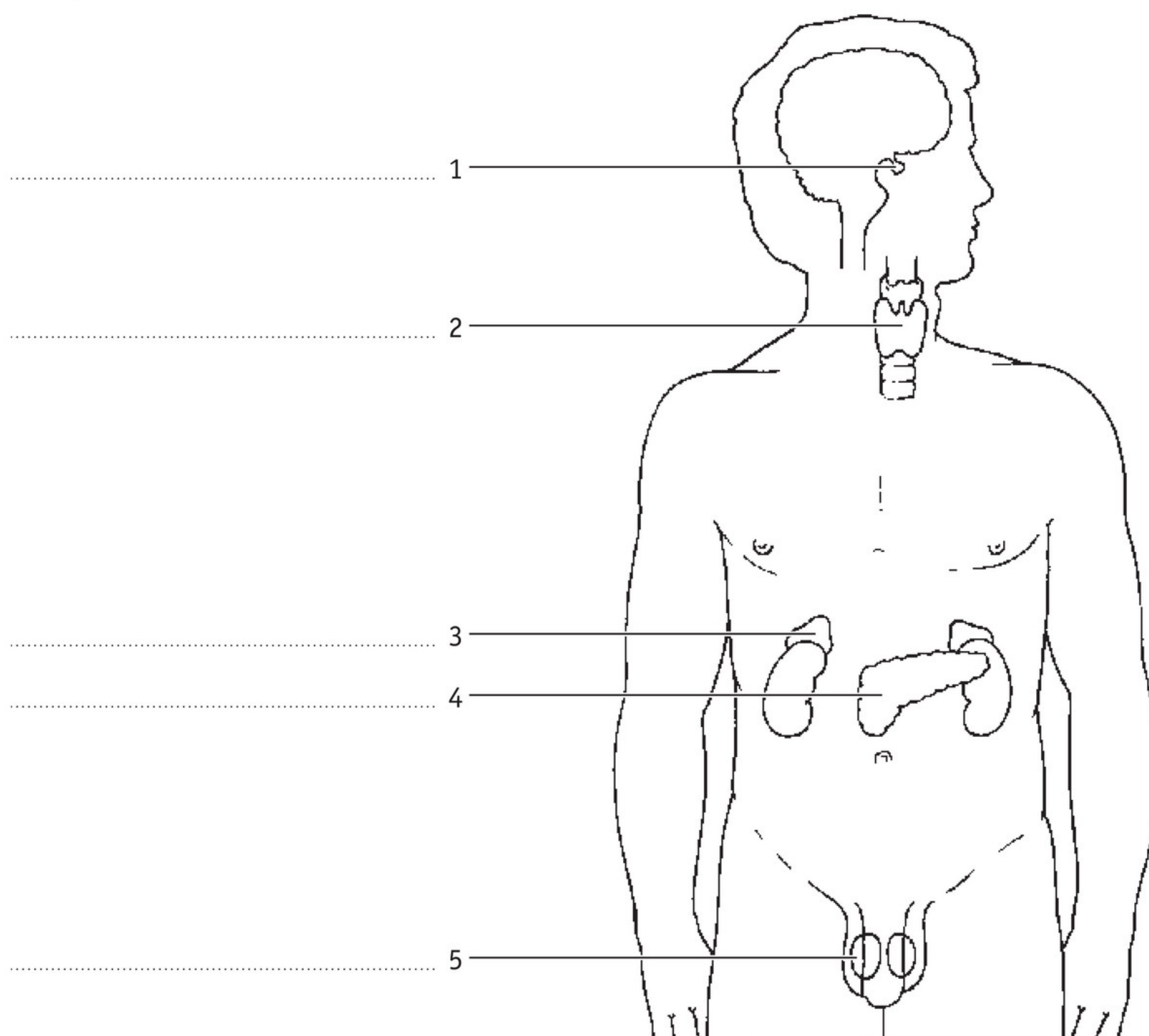
In afbeelding 5 zie je de ligging van enkele hormoonklieren bij een man.

a Zet de namen bij de genummerde hormoonklieren.

b Kleur de delen in de tekening. Geef elke hormoonklier een eigen kleur.



Afb. 5



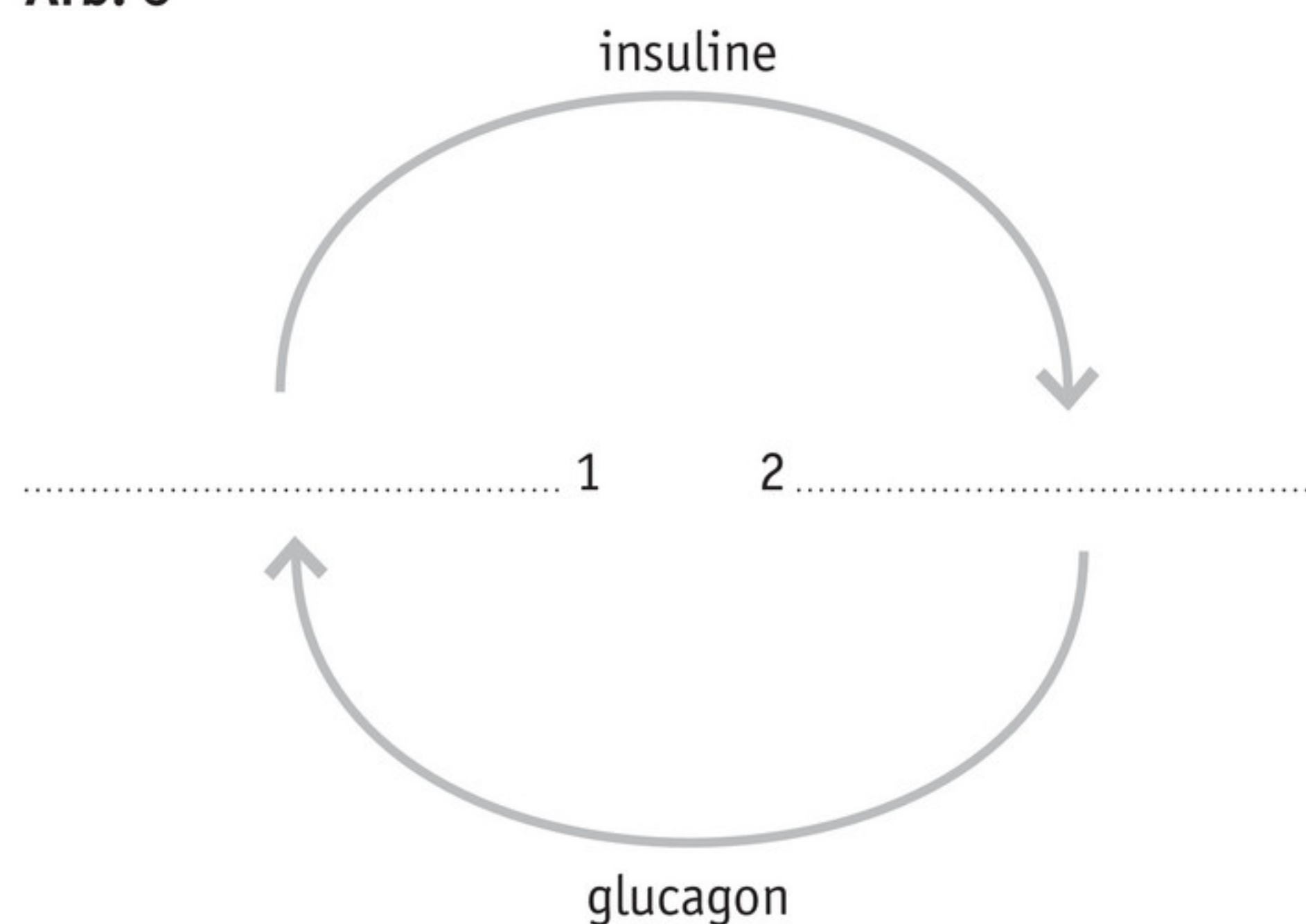
2

- a** Hoe komen hormonen terecht bij de organen waarvan ze de werking moeten regelen?
- b** Waar wordt het hormoon gemaakt?
- | | | |
|---|------------|---|
| 1 | adrenaline | <i>bijnieren / eilandjes van Langerhans</i> |
| 2 | glucagon | <i>bijnieren / eilandjes van Langerhans</i> |
| 3 | insuline | <i>bijnieren / eilandjes van Langerhans</i> |
- c** In welk orgaan liggen de eilandjes van Langerhans?

3

- a** Als het glucosegehalte van het bloed hoger wordt dan 0,1%, reageren de eilandjes van Langerhans hierop door veel *glucagon* / *insuline* te produceren. Dit heeft tot gevolg dat er *meer* / *minder* glucose wordt omgezet in glycogeen en dat het bloed daardoor *meer* / *minder* glucose gaat bevatten.
- b** Als het glucosegehalte van het bloed lager wordt dan 0,1%, reageren de eilandjes van Langerhans hierop door veel *glucagon* / *insuline* te produceren. Dit heeft tot gevolg dat er *meer* / *minder* glycogeen wordt omgezet in glucose waardoor het bloed *meer* / *minder* glucose gaat bevatten.
- c** In afbeelding 6 is een deel van de regeling van de bloedsuikerspiegel schematisch weergegeven.
Vul de afbeelding verder in. Gebruik daarbij: *glucose – glycogeen*.
- d** Leg uit dat er in afbeelding 6 sprake is van terugkoppeling.

Afb. 6



4

Welke beweringen over adrenaline zijn juist?

- ☐ A Adrenaline heeft een langdurende werking.
- ☐ B Adrenaline laat het hart sneller kloppen.
- ☐ C Adrenaline zorgt ervoor dat glucose wordt opgeslagen als glycogeen.
- ☐ D Door adrenaline ga je langzamer ademen.
- ☐ E Door adrenaline kun je snel reageren.

5



Samenvatting

Maak een samenvatting van deze basisstof. Gebruik de volgende woorden:

adrenaline – bijnieren – hormonen – hormoonklieren – hormoonklieren bij de mens –
insuline en glucagon – regeling van de bloedsuikerspiegel – terugkoppeling.

INZICHT

6

De eierstokken (zie afbeelding 1) produceren hormonen.

- a** Komen de hormonen uit de eierstokken ook voor in het bloed in een vinger van een vrouw? Leg je antwoord uit.
- b** De hormonen uit de eierstokken zijn niet werkzaam in de vinger van een vrouw. Leg uit hoe dat komt.

7

Bij het regelen van processen in je lichaam werkt het zenuwstelsel vaak samen met het hormoonstelsel. Deze twee orgaanstelsels werken niet op dezelfde manier.

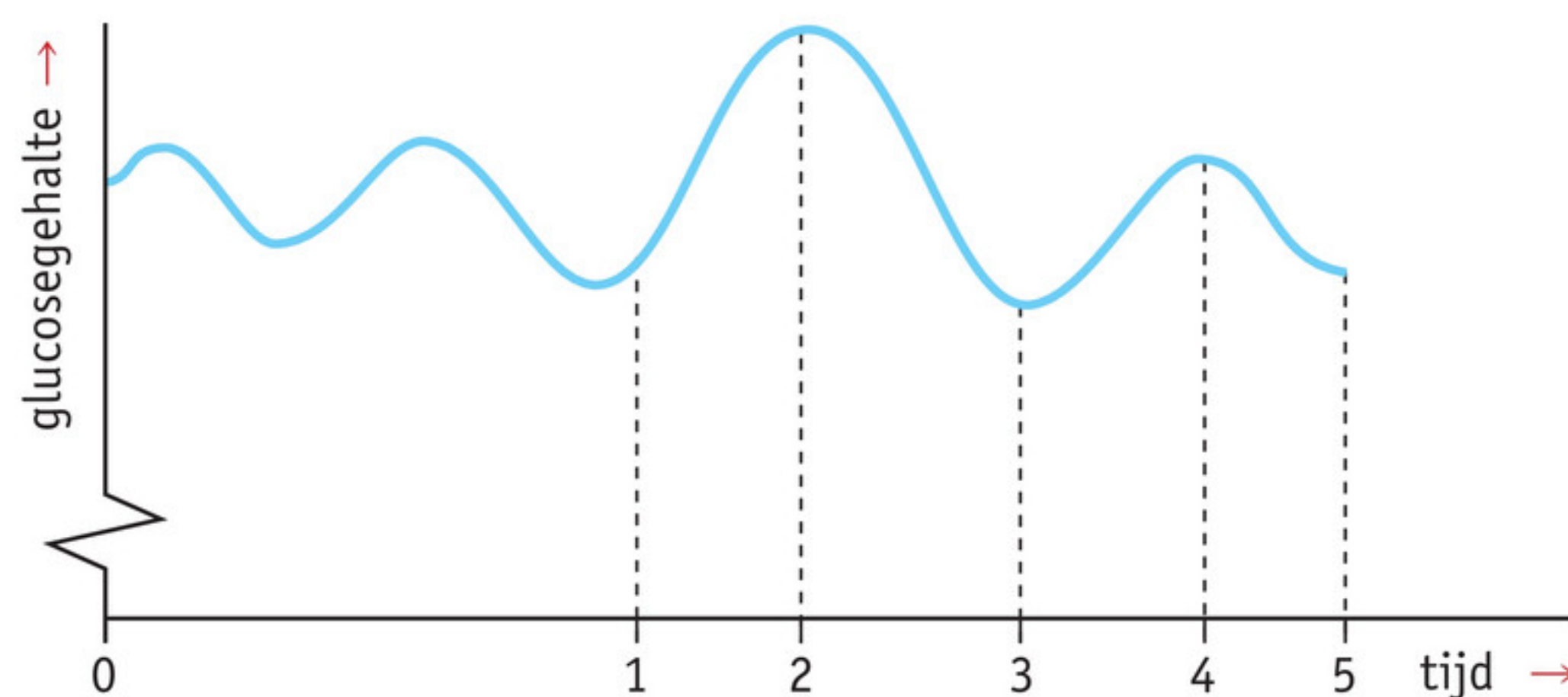
- a** De snelheid van de regeling is bij het zenuwstelsel *hoog / laag* en bij het hormoonstelsel *hoog / laag*.
- b** De duur van de regeling is bij het zenuwstelsel *kort / lang* en bij het hormoonstelsel *kort / lang*.
- c** Leg uit dat insuline een hormoon is.
- d** Bij spanning neemt de adrenalineproductie toe. ‘Thrill seekers’ zijn mensen die altijd op zoek zijn naar spanning. Zij zoeken steeds gevaarlijke situaties op om een adrenalinekick te krijgen.
Leg uit waardoor ‘thrill seekers’ een kick krijgen van adrenaline.

8

In afbeelding 7 is het verband tussen het glucosegehalte van het bloed in een beenslagader van een vrouw en de tijd weergegeven in een diagram. De vrouw levert in deze tijd geen grote inspanning. Op tijdstip 1 eet zij een paar boterhammen met aardbeien en suiker. Tot tijdstip 5 eet zij verder niets meer.

- Leg uit waardoor de stijging van het glucosegehalte van het bloed tussen tijdstip 1 en 2 wordt veroorzaakt.
- Welk hormoon beïnvloedt tussen tijdstip 2 en 3 het glucosegehalte van het bloed? Leg je antwoord uit.
- Welk hormoon beïnvloedt tussen tijdstip 3 en 4 het glucosegehalte van het bloed? Leg je antwoord uit.

Afb. 7



+ 9

Lees de tekst 'Diabetes'.

- Leg uit hoe Rebecca zelf het glucosegehalte van haar bloed kan regelen via haar voeding, door te bewegen en door insuline te injecteren.
- Op een bepaald moment heeft Rebecca een verkeerde hoeveelheid insuline ingespoten. Zij gaat zich daardoor zwak en trillerig voelen. Had Rebecca te veel of te weinig insuline ingespoten? Leg je antwoord uit.
- Een vetrijk dieet kan op den duur leiden tot vermindering van de afgifte van insuline door de eilandjes van Langerhans in de alvleesklier. Leg uit dat een vetrijk dieet op twee manieren kan leiden tot diabetes.

Afb. 8

Diabetes

Er bestaan verschillende vormen van diabetes. Diabetes type 1 en 2 komen het meest voor.

Rebecca heeft diabetes type 1. De eilandjes van Langerhans maken bij haar helemaal geen insuline. Ze moet meerdere keren per dag het glucosegehalte van haar bloed controleren en insuline inspuiten.

Ongeveer 90% van de diabetespatiënten heeft diabetes type 2. Bij dit type maken de eilandjes van Langerhans te weinig insuline. Het aantal mensen met diabetes type 2 stijgt flink, ook onder jongeren. Overgewicht en weinig bewegen vergroten de kans op diabetes type 2. Diabetes type 2 kun je behandelen met medicijnen, maar uiteindelijk moeten veel patiënten met diabetes type 2 ook insuline gaan spuiten (zie de foto).



SAMENHANG wetenschap

ALLERGISCHE JONGEREN DRAGEN GEEN EPIPEN

Van de jongeren tussen 11 en 20 jaar met een ernstige voedselallergie draagt naar schatting 80% geen EpiPen bij zich, terwijl zij een hoog risico hebben op een ernstige allergische reactie. Een EpiPen is een injectiespuit met adrenaline (ook wel epinefrine genoemd). Er is sprake van forse onderbehandeling, concluderen onderzoekers en kinderallergologen Ewoud Dubois en Jacquélien Saleh-Langenberg van het UMCG op basis van onderzoek. Iemand met een voedselallergie krijgt na het eten van een bepaald voedingsmiddel, zoals pinda's, melk, eieren, garnalen en/of noten, lichamelijke klachten. Deze kunnen variëren van een milde reactie waarbij de huid rood wordt of opzwelt tot ernstige en levensbedreigende reacties, zoals een anafylactische shock. Hierbij kunnen de luchtwegen gevaarlijk opzwellen, de bloeddruk sterk dalen en organen uitvallen. In dat geval is het direct toedienen van adrenaline met de EpiPen belangrijk om de reactie te stoppen. Zonder behandeling kan een ernstige allergische reactie dodelijk zijn. Het is dus belangrijk dat alle jongeren met een ernstige voedselallergie een EpiPen bij zich hebben.

Afb. 9 Een EpiPen.



10

Jesse krijgt na het eten van een broodje, waar stukjes noot in bleken te zitten, een anafylactische shock. Zijn bloedvaten zijn sterk verwijd waardoor hij duizelig wordt en flauwvalt. Zijn moeder gebruikt de EpiPen zodat Jesse na een tijdje weer bij bewustzijn komt.

- a** Een injectie met adrenaline *verlaagt* / *versnelt* de hartslag, *verhoogt* / *verlaagt* de bloeddruk en *vernauwt* / *verwijdt* de bloedvaten.
- b** Is het gedrag van de moeder van Jesse in deze situatie aangeboren of aangeleerd? Leg je antwoord uit.
- c** Op de bijsluiter van de EpiPen staat: 'Twijfelt u of de verschijnselen wel ernstig genoeg zijn? Gebruik de EpiPen dan toch.'
Waarom is het beter om de EpiPen bij twijfel toch te gebruiken?

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

Samenhang

VAN BULTRUG TOT SNOTBOT

Walvissen kunnen soms flink verdwalen. Eén bultrug was zo de weg kwijt, dat hij in Californië in een moeras terecht kwam. Er werden verschillende pogingen gedaan om het dier terug naar de oceaan te krijgen, maar toen dat niet lukte, zette men zwaar geschut in.

Bultruggen zijn walvissen van zo'n veertien meter lang. Ze zijn te herkennen aan hun lange borstvinnen en een kop vol knobbels. Die knobbels zijn oversized haarzakjes waaruit per haarzakje één haar groeit. Wetenschappers denken dat ze daarmee trillingen in het water waarnemen. Bultruggen hebben geen tanden, maar baleinen: een soort zeef waarmee ze kleine kreeftjes (krill) vangen. Naast krill eten ze ook vissen, zoals zalm, haring en koolvis. Bultruggen komen voor in de oceanen, van de Zuidpool tot Alaska. Met hun dikke vetlaag kunnen ze prima tegen de kou, maar elk jaar trekken ze naar warmere wateren om zich voort te planten.

HUMPHREY

De gestrande bultrug, die al snel 'Humphrey' werd genoemd, was met zijn soortgenoten aan het begin van de herfst op weg naar het warmere Mexico toen hij verdwaalde. In het zoete water ging het niet goed met Humphrey. Zijn zwarte huid werd grijs en hij werd minder actief. Eerst probeerden wetenschappers hem terug naar de oceaan te krijgen door orkageluiden achter hem af te spelen. Toen dit niet werkte, probeerden vrijwilligers Humphrey terug te jagen door op metalen pijpen te slaan. Maar ook dat werkte niet. Toen besloot de regering om het over een andere boeg te gooien. Ze vroeg een dierengeluidenexpert die voor filmstudio's werkte om een geluidsfragment te maken van hongerige bultruggen. De expert had een fragment van maar één minuut, maar hij mixte dit net zo lang tot hij een gevarieerd stuk van twintig minuten had gemaakt. Een groot marineschip ging vóór Humphrey varen en speelde het geluid via een versterker af. En dat werkte!

Afb. 1 Bultrug snuit zijn neus.



Met herrie van een konvooi marineschepen achter hem en bultruggeluiden vanaf een kruiser voor hem, zwom Humphrey in de richting van de oceaan. Toen hij weer zout water bereikte, werd Humphrey enthousiast. Hij schudde de radiozenders af die met een kruisboog in zijn huid waren geschoten en sprong bijna verticaal uit het water. Ook begon hij zelf geluiden te maken. Misschien probeerde hij zijn soortgenoten te bereiken: bultruggen horen onderwatergeluiden op kilometers afstand. 26 dagen na zijn verdwalen was Humphrey weer terug in de oceaan en al snel verdween hij uit het zicht.

SNOTVANGENDE DRONE

Waardoor Humphrey verdwaalde, is niet bekend. Het gebeurt regelmatig dat een enkele of zelfs hele groepen walvissen uit koers raken. Onderzoekers proberen meer inzicht te krijgen in het gedrag van walvissen met behulp van de door hen ontwikkelde SnotBot.

Dit is een drone die het snot van bultruggen kan opvangen.

Als een bultrug uitademt door de blaasgaten in zijn kop, blaast hij geen water uit, zoals veel mensen denken, maar lucht gemengd met (onder andere) snot. De straal kan tot wel zes meter hoog komen. Het snot bevat hormonen. Daardoor kunnen onderzoekers er, zonder de walvis te storen, achter komen of de bultrug bijvoorbeeld gestrest is, te weinig eet, of misschien wel zwanger is.

Dat laatste kan bij Humphrey in elk geval worden uitgesloten.

OPDRACHTEN**1**

- a** Bultruggen zien slecht, maar onder water zien ze beter dan mensen. Dit komt door een laagje cellen in het oog dat licht terugkaatst. Het licht valt daardoor nogmaals op de zintuigcellen.

Waar ligt dit laagje cellen?

- ☐ A tussen het glasachtig lichaam en het netvlies
- ☐ B tussen het hoornvlies en het glasachtig lichaam
- ☐ C tussen het netvlies en het vaatvlies
- ☐ D tussen het vaatvlies en het harde oogvlies

- b** Bultruggen kunnen maar tot een meter of veertien in de verte scherp zien.

Heeft een bultrug hollere of bollere lenzen dan een mens? Leg je antwoord uit.

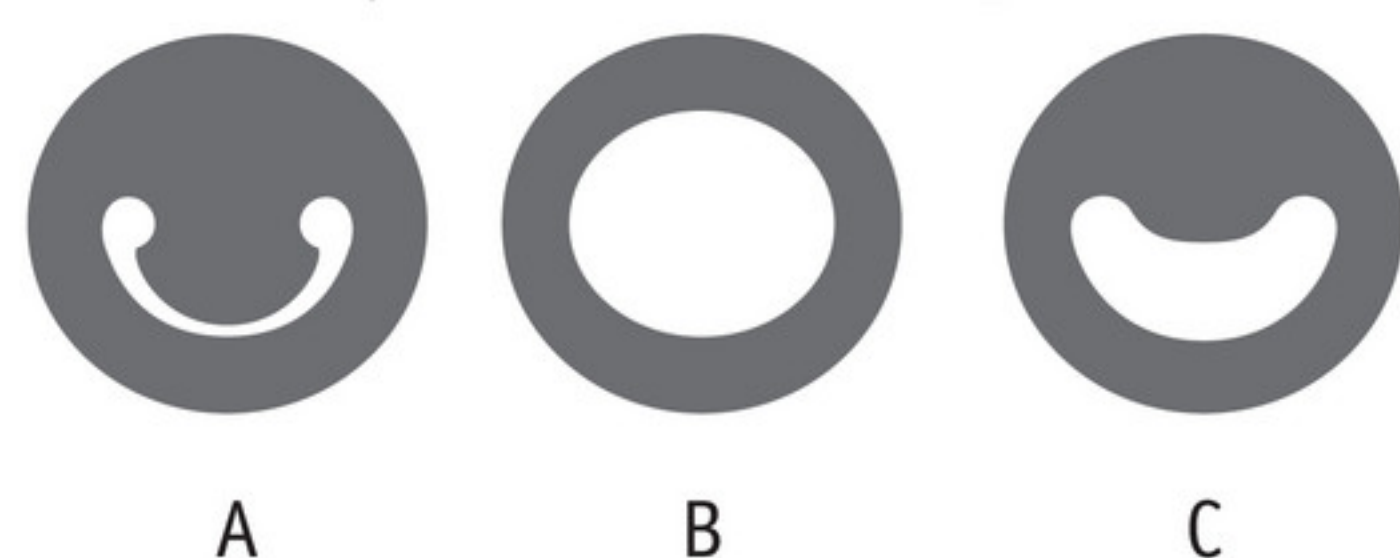
- c** De pupil van een bultrug heeft een bijzondere vorm: aan de bovenkant van de iris bevindt zich een schijfje dat naar beneden zakt om de pupil kleiner te maken. In afbeelding 2 zie je drie keer de pupil van een bultrug.

Welke hoeveelheid licht hoort bij welke pupil?

- | | | | |
|-----------|-----------------------|-------------------------|-----------------|
| A pupil A | ☐ | ☐ 1 | gemiddeld licht |
| B pupil B | ☐ | ☐ 2 | veel licht |
| C pupil C | ☐ | ☐ 3 | weinig licht |

- d** Bultruggen hebben niet één, maar twee gele vlekken op hun netvlies. Leg uit hoe dit samenhangt met de vorm van hun pupillen.

Afb. 2 Pupil van een bultrug.

**2**

- a** Waren de orkageluiden een signaal voor Humphrey?
- b** Waren de orkageluiden een adequate prikkel voor de oren van Humphrey?
- c** De dierengeluidenexpert bracht variatie aan in het bultruggeluidsfragment om de aandacht van Humphrey vast te houden. Leg uit dat een afwisselend geluid de aandacht beter vasthoudt dan een eentonig geluid.

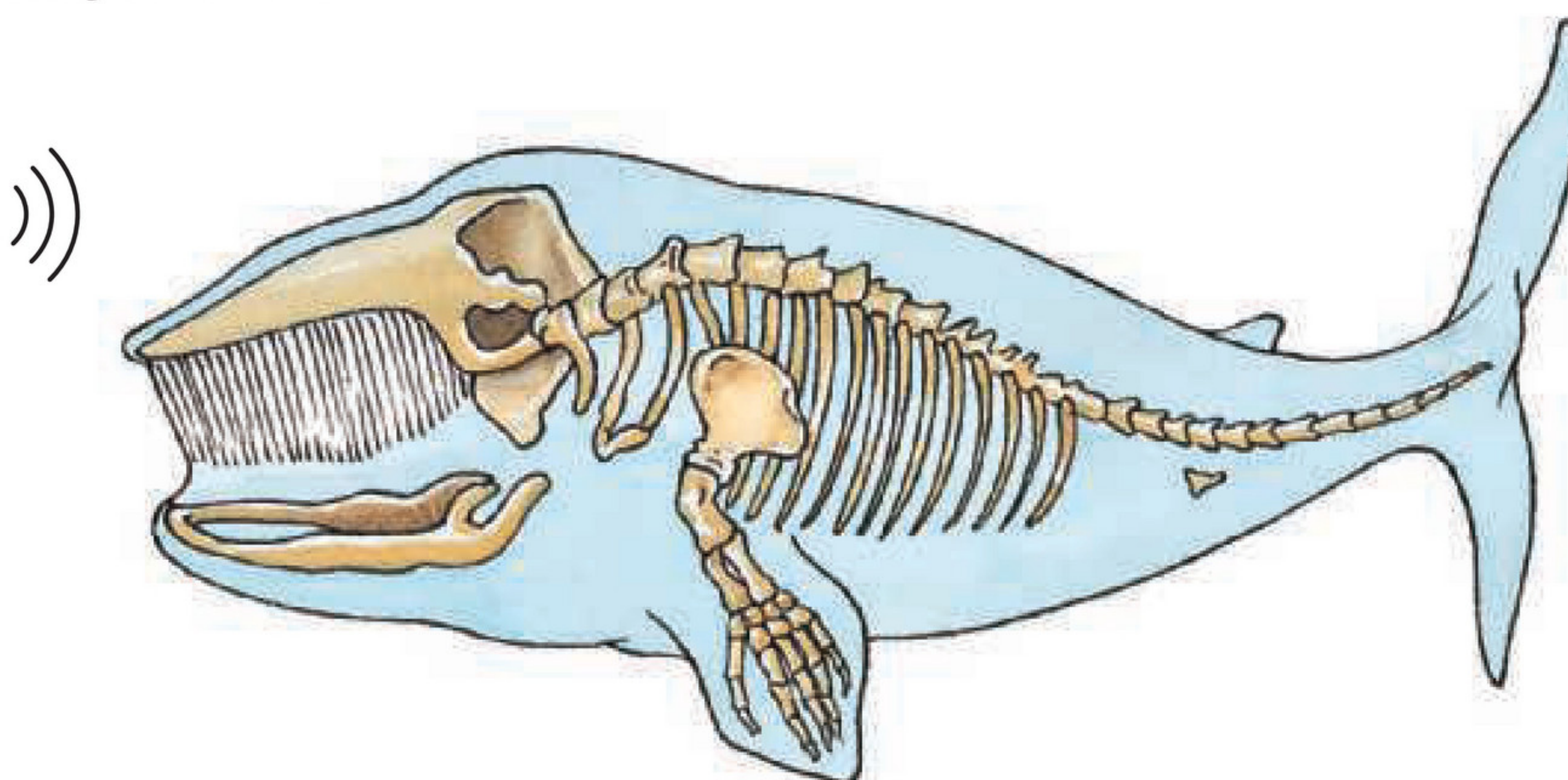
- d** Bultruggen kunnen geluiden waarnemen via hun oren, maar lage geluiden horen ze beter via hun onderkaak. Hun onderkaak vangt de trillingen van het geluid op en geeft deze door aan de gehoorbeentjes.
Bij welke manier van waarnemen is de drempelwaarde voor lage geluiden het laagst? Leg je antwoord uit.

3



- a** Kleur in afbeelding 3 het centrale zenuwstelsel van de bultrug.
b Humphrey hoorde (via zijn onderkaak) het geluid van hongerige bultruggen en zwom erheen.
Teken met pijlen de prikkels en impulsen in het lichaam van de walvis bij deze respons. Gebruik twee kleuren: één voor prikkels en één voor impulsen.
c Zet een kruisje op de plaats waar de blaasgaten zich ongeveer bevinden.

Afb. 3 Skelet van een walvis.



4

- a** Met welk menselijk orgaan komen de blaasgaten van een bultrug overeen? Leg je antwoord uit.
b Bij Humphrey waren radiozenders in de huid geschoten.
Welke huidlaag beschermde daarbij zijn organen tegen schade?
☐ A hoornlaag
☐ B kiemlaag
☐ C lederhuid
☐ D onderhuids bindweefsel
c Welk zintuig bevindt zich waarschijnlijk in de knobbels van een bultrug?
d Bultruggen hebben alleen smaakknopjes voor zoute smaken.
Hoe proeven ze dan de smaak van krill?
e Verschillende mensen vinden krill verschillend ruiken: naar radijs, naar gekookte bloemkool of naar zee.
Waardoor vinden mensen krill verschillend ruiken?

5

Je lichaam geeft stoffen af aan de omgeving, bijvoorbeeld als je uitademt. Ook in snot worden stoffen uit het lichaam afgevoerd.

- a** Is het in de lucht spuiten van snot door een bultrug een voorbeeld van gedrag? Leg je antwoord uit.
- b** Met een SnotBot kun je testen of een bultrug kortgeleden nog heeft gegeten. Welk hormoon zal er in het snot aanwezig zijn als een bultrug kortgeleden heeft gegeten? Leg je antwoord uit.

6

- a** De inwoners van Californië deden er alles aan om de bultrug te redden. Geef een waarde en een norm die bij dit gedrag horen.

Waarde:

Norm:

- b** In de tekst staat: 'Toen hij weer zout water bereikte, werd Humphrey enthousiast.' Is dit een observatie of een interpretatie? Leg je antwoord uit.

7 De hersenen

LEERDOEL

5.7.17 Je kunt de delen van de hersenen noemen met hun functies en kenmerken.

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	5.7.17
Onthouden	
Begrijpen	1a
Toepassen	1b, 2, 3a, 4a
Analyseren	3b, 4b

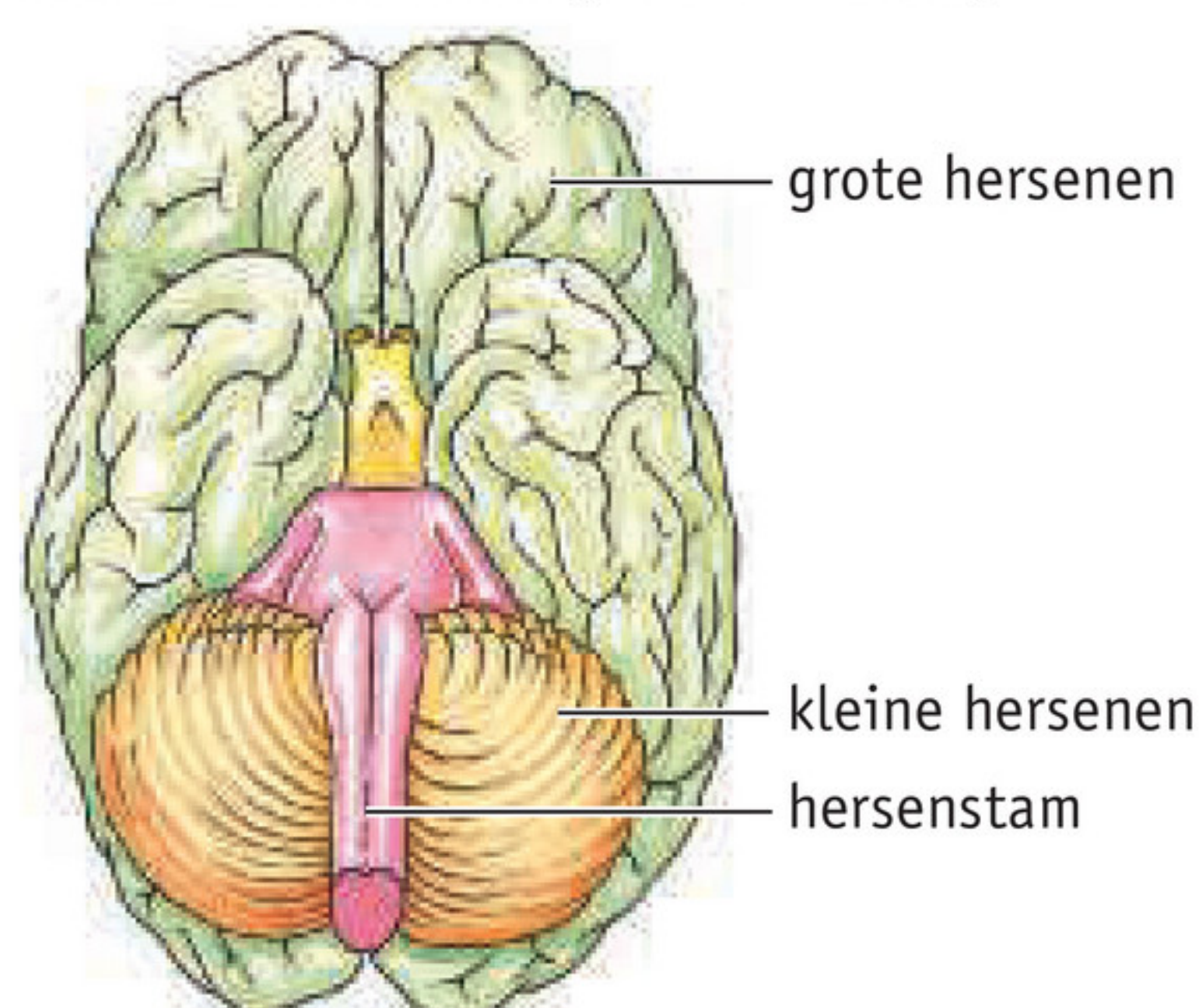
Waarnemen vindt plaats in de hersenen. Ook de aansturing van spieren en klieren wordt geregeld vanuit de hersenen. Verschillende hersencentra hebben elk een eigen functie.

DELEN VAN DE HERSENEN

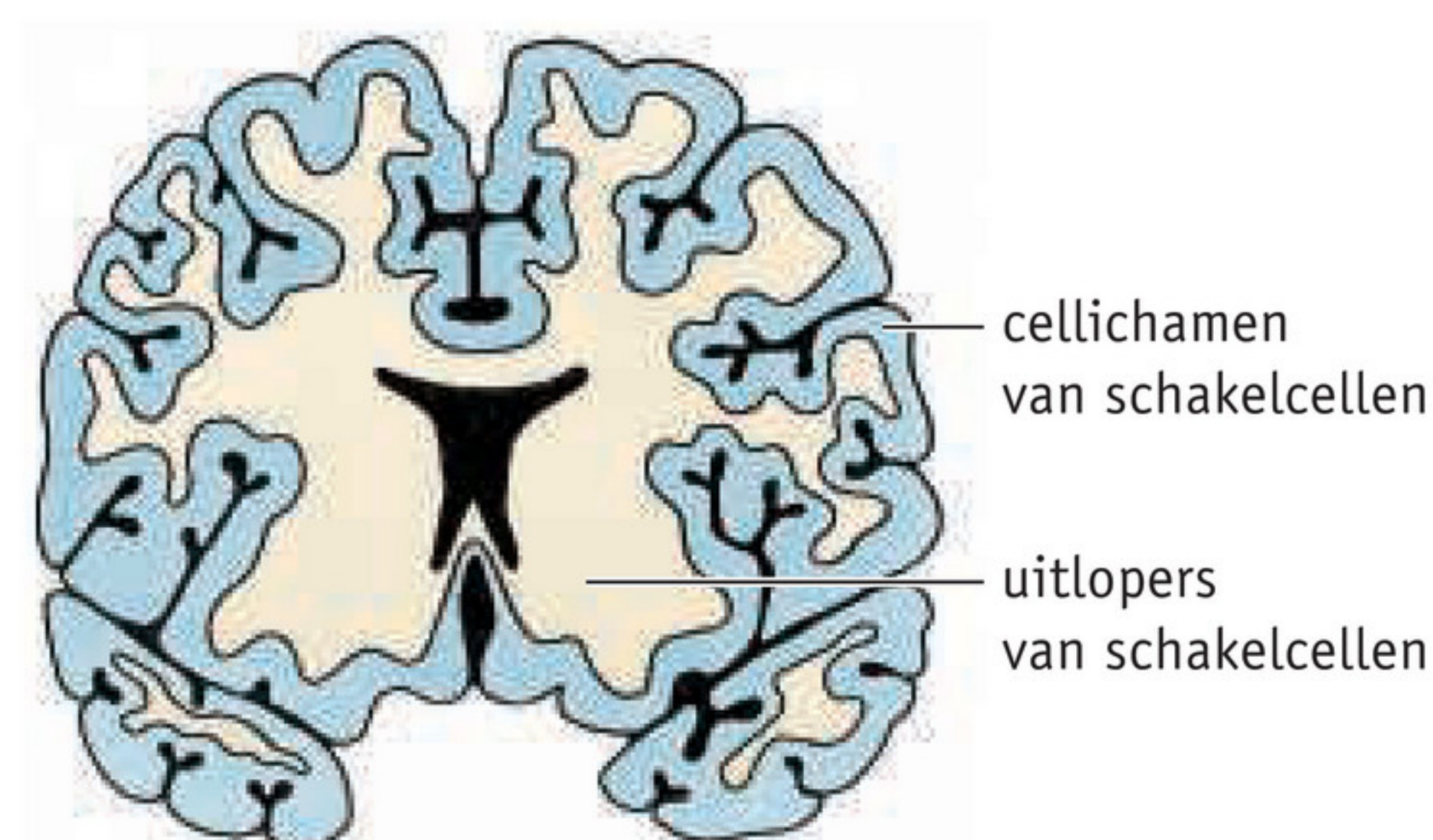
De hersenen bestaan uit de hersenstam, de grote hersenen en de kleine hersenen (zie afbeelding 1).

De **hersenstam** ligt in het verlengde van het ruggenmerg. De hersenstam geleidt impulsen van het ruggenmerg naar de grote en kleine hersenen en in omgekeerde richting. Delen van het hoofd en de hals zijn door middel van zenuwen verbonden met de hersenstam. Via deze zenuwen komen impulsen die afkomstig zijn van zintuigen in hoofd en hals, de hersenstam binnen. De hersenstam geeft deze impulsen door aan de grote en kleine hersenen. Ook geeft de hersenstam de impulsen die afkomstig zijn van de grote en kleine hersenen door aan zenuwen die naar de spieren en klieren in hoofd en hals lopen.

Afb. 1 De hersenen (onderaanzicht).



Afb. 2 De grote hersenen (dwarsdoorsnede).



De grote hersenen en de kleine hersenen bestaan elk uit twee helften: een linkerhelft en een rechterhelft. Vooral de grote hersenen zijn sterk geplooid (zie afbeelding 2). In de **schors**, het buitenste gedeelte, van de grote en de kleine hersenen, liggen veel cellichamen van schakelcellen. De hersenschors heeft een grijze kleur en wordt daarom ook wel grijze stof genoemd.

In het **merg**, het binnenste gedeelte, liggen veel uitlopers van schakelcellen. Het merg van de grote en kleine hersenen is lichter van kleur dan de schors en wordt daarom ook wel witte stof genoemd. De lichtere kleur wordt veroorzaakt door de isolerende laagjes om de uitlopers.

GROTE HERSENEN

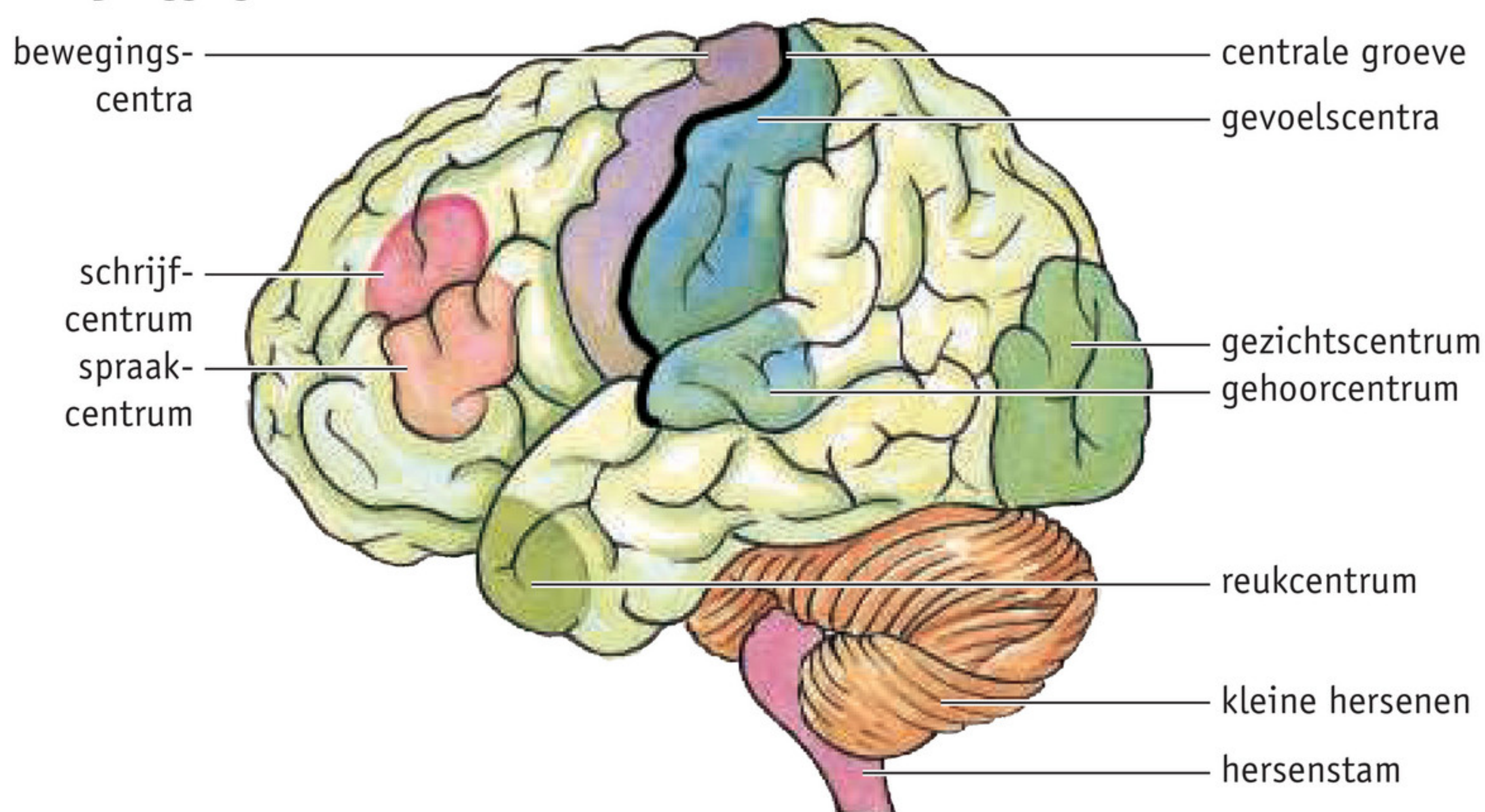
In de **grote hersenen** komen zeer veel impulsen van zintuigen aan. Als deze impulsen in de schors van de grote hersenen zijn verwerkt, word je je bewust van een prikkel. De cellichamen van de schakelcellen liggen in de hersenschors in groepen bij elkaar. Zo'n groep cellichamen heet een **hersencentrum**.

Er zijn gevoelscentra en bewegingscentra. In de **gevoelscentra** worden binnenkomende impulsen verwerkt. In de **bewegingscentra** kunnen impulsen ontstaan. Deze impulsen kunnen via de hersenstam, het ruggenmerg en bewegingszenuwcellen naar spieren worden geleid. Daar veroorzaken ze bewegingen. Voor elk lichaamsdeel is er in elke hersenhelft een gevoelscentrum en een bewegingscentrum.

De meeste gevoelscentra liggen bij elkaar in de hersenschors achter de centrale groeve (zie afbeelding 3). De gevoelscentra voor gezicht, gehoor en reuk liggen apart in de hersenschors.

In de gezichtscentra komen impulsen aan die afkomstig zijn van de ogen. Doordat deze impulsen worden verwerkt, zie je iets. Impulsen van het gehoorzintuig komen aan in het gehoorcentrum, die van het reukzintuig in het reukcentrum. Doordat impulsen in de gevoelscentra van de grote hersenen worden verwerkt, vindt **bewuste gewaarwording** of **bewuste waarneming** van prikkels plaats.

Afb. 3 Ligging van de hersencentra.



De meeste bewegingscentra liggen bij elkaar in de hersenschors vóór de centrale groeve. De bewegingscentra voor spreken en schrijven liggen apart in de hersenschors. De impulsen die in de bewegingscentra ontstaan, veroorzaken bewegingen die je bewust maakt. Dit zijn **bewuste bewegingen** of **gewilde bewegingen**.

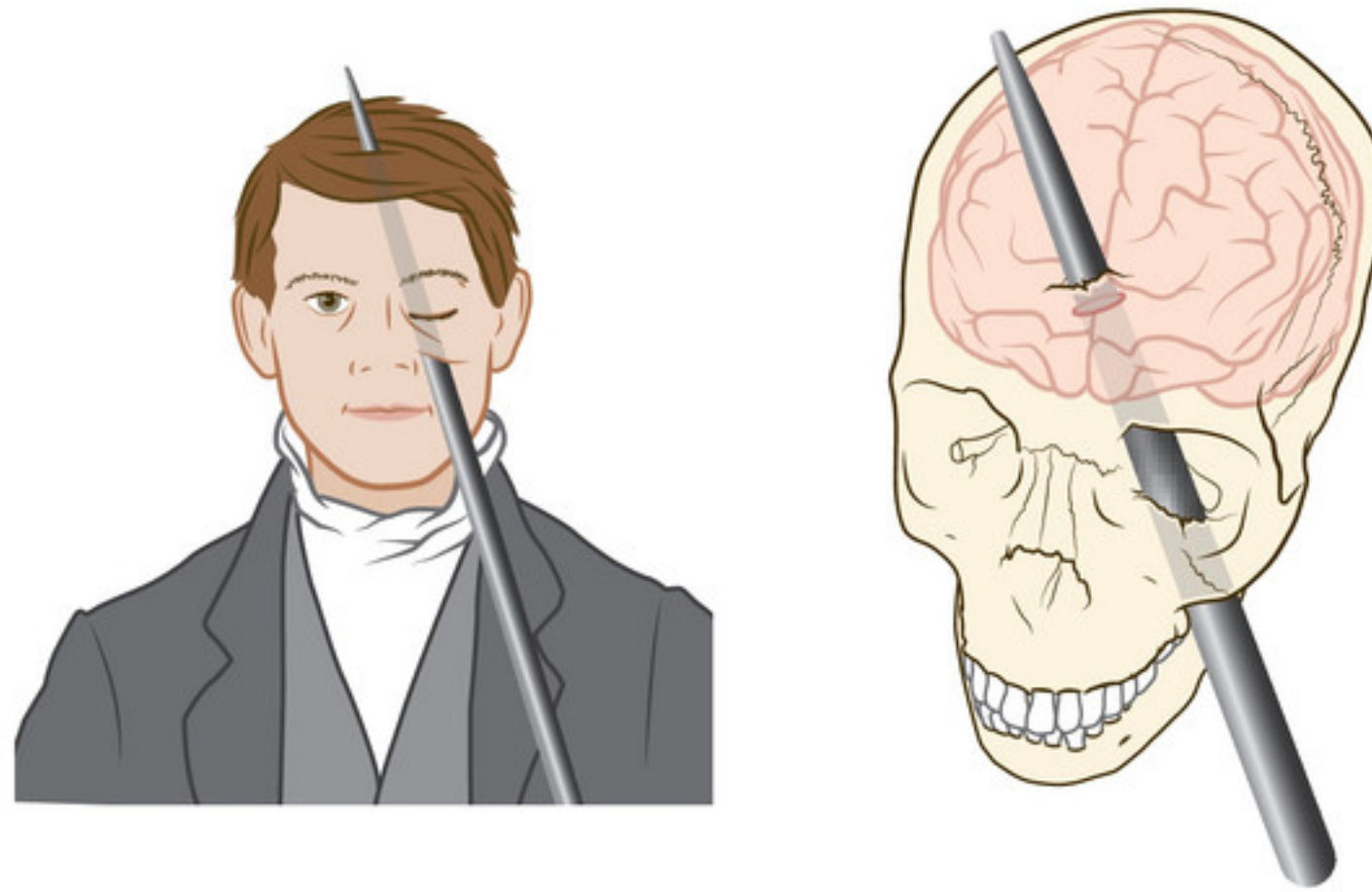
KLEINE HERSENEN

Vaak voer je veel bewegingen tegelijkertijd uit. De **kleine hersenen** zorgen ervoor dat alle bewegingen op elkaar zijn afgestemd. De kleine hersenen zorgen dus voor de coördinatie van alle bewegingen van je lichaam. Als je bijvoorbeeld al rennend je armen uitstrekt om een bal te vangen, neem je met je ogen de beweging van de bal waar. In de kleine hersenen worden deze waarnemingen gecombineerd met de beweging die je zelf maakt. Hierdoor ben je in staat tijdens het rennen een bal te vangen. Ook zorgen de kleine hersenen ervoor dat je je evenwicht kunt bewaren.

ONTDEKKING VAN HERSENCENTRA

Een dramatisch ongeval was een van de eerste aanwijzingen voor het bestaan van hersencentra. In 1848 werd als gevolg van een explosie het hoofd van Phineas Gage doorboord met een ijzeren staaf (zie afbeelding 4). Phineas overleefde het ongeluk. Zijn oog was wel kapot, maar verder veranderde na het ongeluk alleen zijn persoonlijkheid sterk. Van een rustige, hardwerkende man veranderde hij in een asociaal, onaangepast persoon. Dit was een van de eerste aanwijzingen dat bepaalde delen van de hersenen een eigen functie hebben.

Afb. 4



De gevoelscentra en bewegingscentra zijn bekend geworden door de hersenoperaties van neurochirurg Wilder Penfield. Deze arts voerde rond 1950 hersenoperaties uit waarbij patiënten met een bepaalde aandoening van de hersenen (epilepsie) plaatselijk werden verdoofd. Ze waren dus bij bewustzijn tijdens de operatie. Tijdens de operatie stipte hij delen van de hersenschors aan met een elektrode. Hiermee gaf hij zwakke elektrische stroompjes. De patiënten werden daarna gevraagd wat zij voelden. Afhankelijk van waar hij met de elektrode de gevoelscentra aanstipte, voelden de patiënten bijvoorbeeld hun lip, hand of been. Inmiddels weten we dat de werkelijkheid iets ingewikkelder is: hersengebieden in de bewegingscentra en in de gevoelscentra kunnen elkaar overlappen of elkaar ondersteunen.

OPDRACHTEN

1

Mensen die slecht slapen, hebben gemiddeld minder grijze stof in het voorste gedeelte van de hersenen.

- a Welke delen hebben slechte slapers gemiddeld minder in het voorste gedeelte van hun hersenen?
 - ☐ A cellichamen van zenuwcellen
 - ☐ B merg
 - ☐ C schors
 - ☐ D uitlopers van zenuwcellen
- b Er zijn mensen blind geworden, doordat ze bij een val op hun achterhoofd terechtkwamen. Leg dat uit.

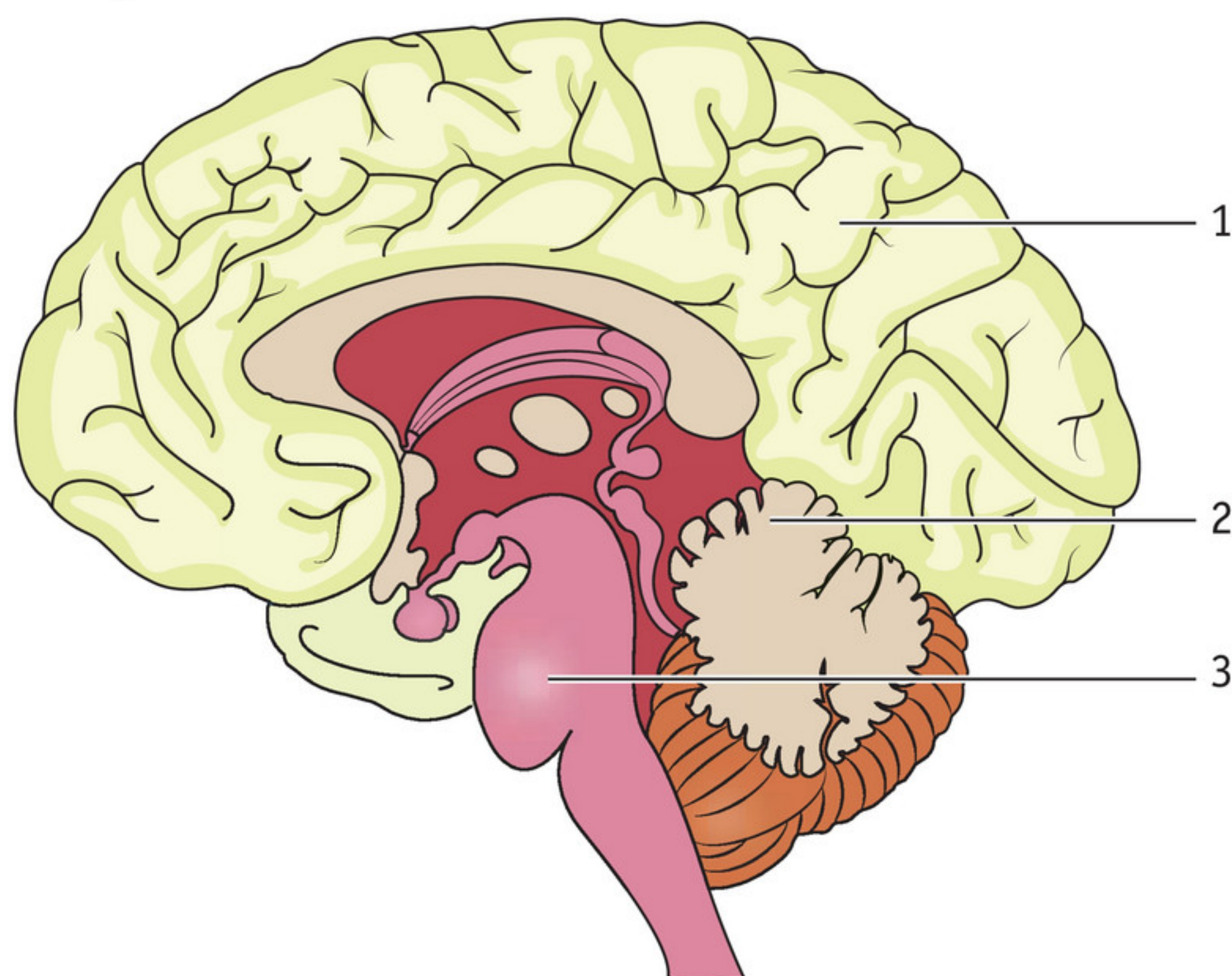
2

Impulsen afkomstig van zintuigen kunnen op twee manieren de hersenstam bereiken.

- a Geef een korte beschrijving van deze twee manieren.
- b Tijdens een voetbalwedstrijd wordt een strafschop genomen. Degene die de strafschop neemt, maakt een beweging naar links, maar de bal komt rechts terecht. De keeper duikt echter naar de goede hoek en stopt de bal. Bij de speler die de strafschop neemt, worden impulsen voort geleid via *de hersenstam / de kleine hersenen / beide*.

- c In afbeelding 5 is de rechterhersenhelft schematisch getekend.
In welk van de aangegeven delen ontstaan de impulsen voor een bewuste beweging?
in deel 1 / 2 / 3

Afb. 5



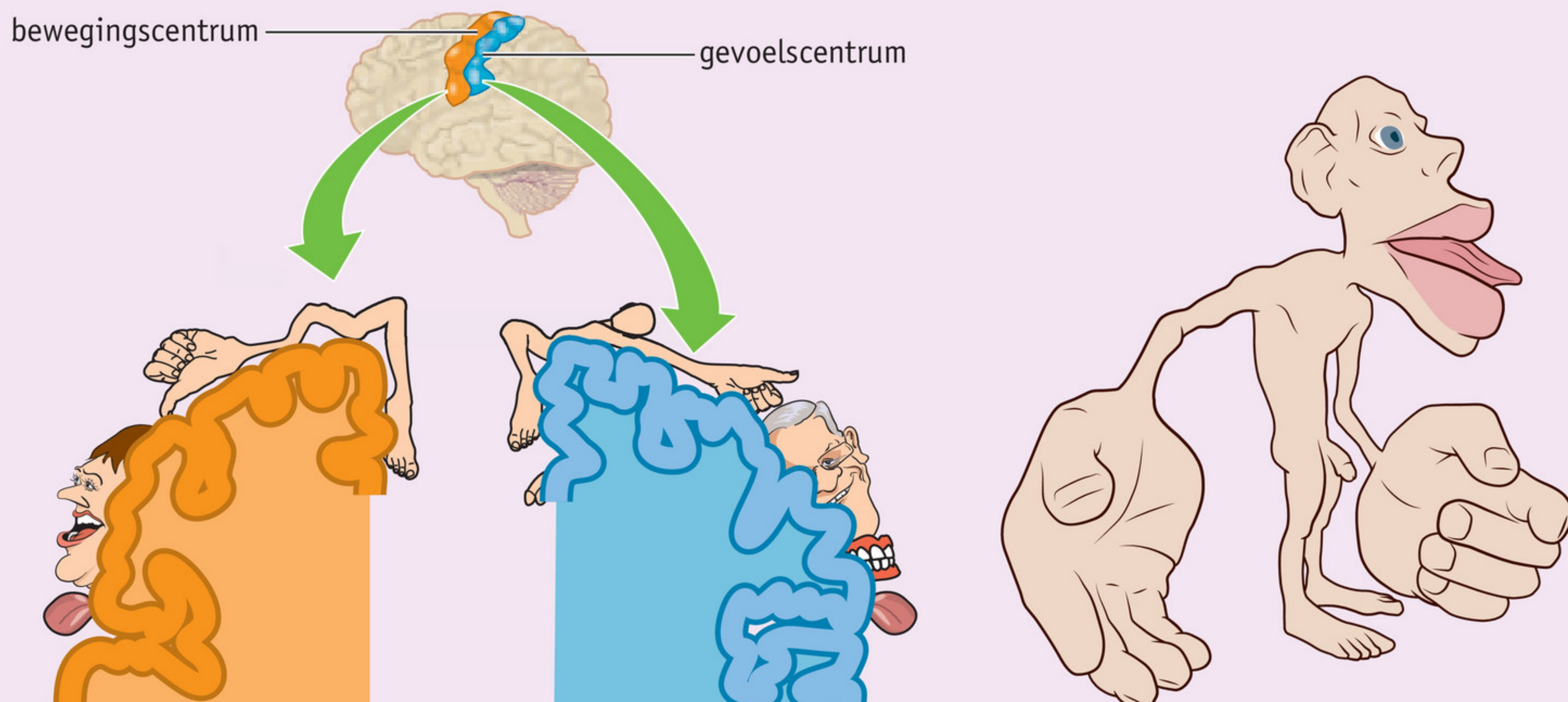
3

- a Leg met behulp van afbeelding 4 uit dat het ongeval van Phineas Gage een aanwijzing was dat bepaalde delen van de hersenen een specifieke functie hebben.
b Lees de tekst 'Het mannetje van Penfield'.
Leg uit hoe neurochirurg Penfield kon ontdekken dat bij het gevoel in de lippen veel hersencellen zijn betrokken en bij het gevoel in de knieën weinig.

Afb. 6

Het mannetje van Penfield

De grootte van de lichaamsdelen van het mannetje in de afbeelding komt overeen met de oppervlakte van het stuk hersenschors in de gevoelscentra dat vooral betrokken is bij waarneming door zintuigen in de huid van dat lichaamsdeel (de blauwe hersenschors in de linker afbeelding). Hoe groter het lichaamsdeel is afgebeeld, des te meer hersencellen daarbij zijn betrokken. Als je een mannetje maakt van de bewegingscentra (het oranje deel), ziet dat er iets anders uit. Deze manier om de grootte van de hersencentra weer te geven, wordt het mannetje van Penfield genoemd.



4

Lees de tekst 'Sprakstoornis'.

Een mens heeft in elke hersenhelft twee spraakcentra, die ook wel het gevoelsspraakcentrum en het bewegingsspraakcentrum worden genoemd. In de tekst lees je over twee verschillende spraakstoornissen.

- a Persoon 1 is Anet / Lianne. Zij heeft een beschadiging opgelopen in het *bewegingsspraakcentrum* / *gevoelsspraakcentrum*.
- b Persoon 2 is Anet / Lianne. Zij heeft een beschadiging opgelopen in het *bewegingsspraakcentrum* / *gevoelsspraakcentrum*.

Afb. 7

Spraakstoornis

Afasie is een spraakstoornis. Lianne heeft een bepaalde vorm van afasie, waardoor zij in een soort telegramstijl praat. De handicap is ontstaan door hersenletsel als gevolg van een motorongeluk. De beschadiging ligt vooral in een van haar spraakcentra. In dit spraakcentrum worden de bewegingen van tong, kaak en lippen gecoördineerd. Lianne kan nog wel goed lezen en zij begrijpt ook goed wat er wordt gezegd. Anet heeft een hersenbloeding gehad en heeft een andere vorm van afasie. Anet begrijpt niet wat er tegen haar wordt gezegd. Ze kan woorden technisch goed uitspreken, ze spreekt vloeiend en in een hoog tempo, maar de zinnen die ze uitspreekt, hebben geen betekenis voor haar.



 Ga naar de Flitskaarten.

8 Gehoorschade

LEERDOEL

5.8.18 Je kunt uitleggen dat hard geluid kan leiden tot gehoor schade.

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	5.8.18
Onthouden	
Begrijpen	1, 2a
Toepassen	3, 4, 5ac
Analyseren	2b, 5b

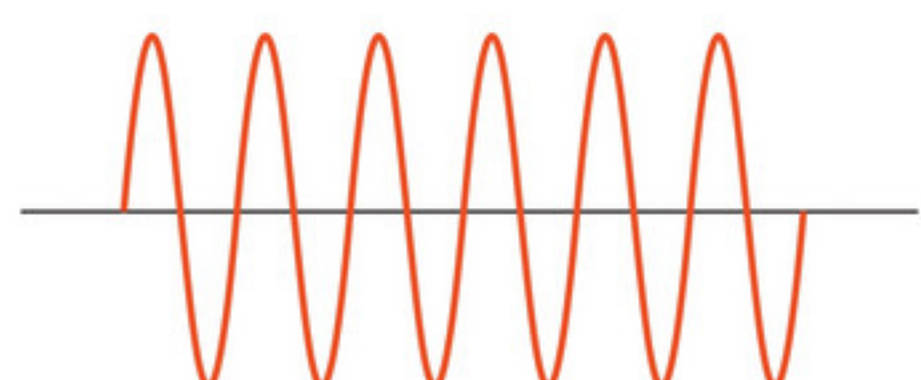
Bijna één op de vier jongeren loopt gehoor schade op. De oorzaak is te lang luisteren naar te hard geluid. Gehoor schade kun je zelf voorkomen.

GELUIDEN

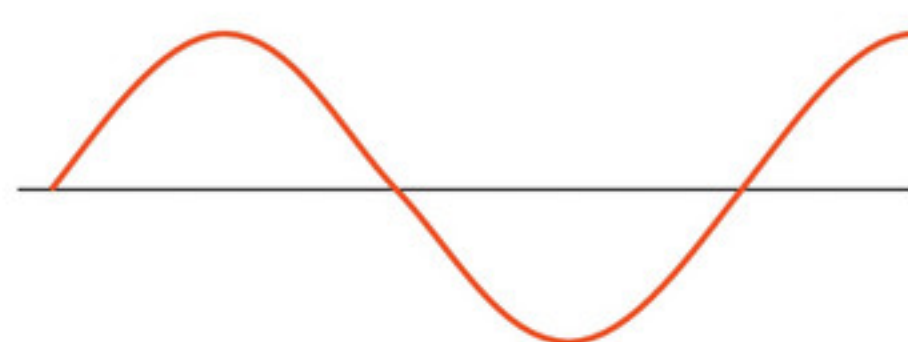
Met je gehoorzintuigen neem je geluiden waar. Geluiden zijn trillingen van de lucht. Als de lucht snel trilt, hoor je een hoge toon (zie afbeelding 1). De **geluidsfrequentie** is dan hoog. Als de lucht langzaam trilt, zijn de geluidsfrequentie en de toon laag. De geluidsfrequentie wordt uitgedrukt in **hertz** (Hz).

Hebben de trillingen een grote **amplitude** (uitslag), dan is het geluid hard. En als de trillingen een kleine amplitude hebben, is het geluid zacht.

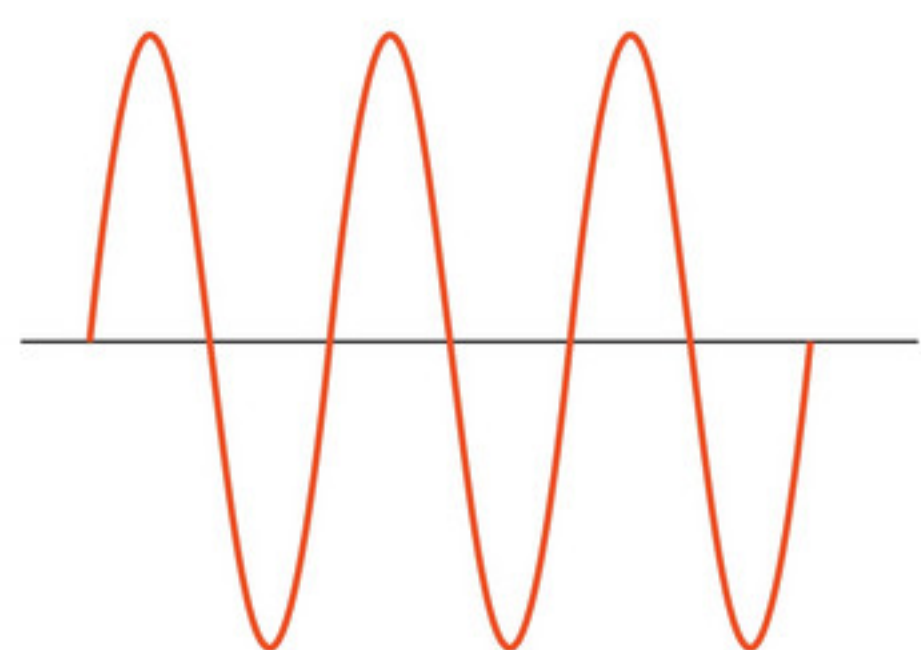
Afb. 1 Geluiden zijn trillingen van de lucht.



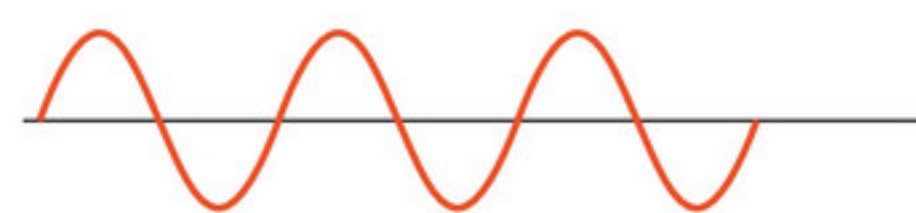
1 hoge frequentie, hoge toon



2 lage frequentie, lage toon



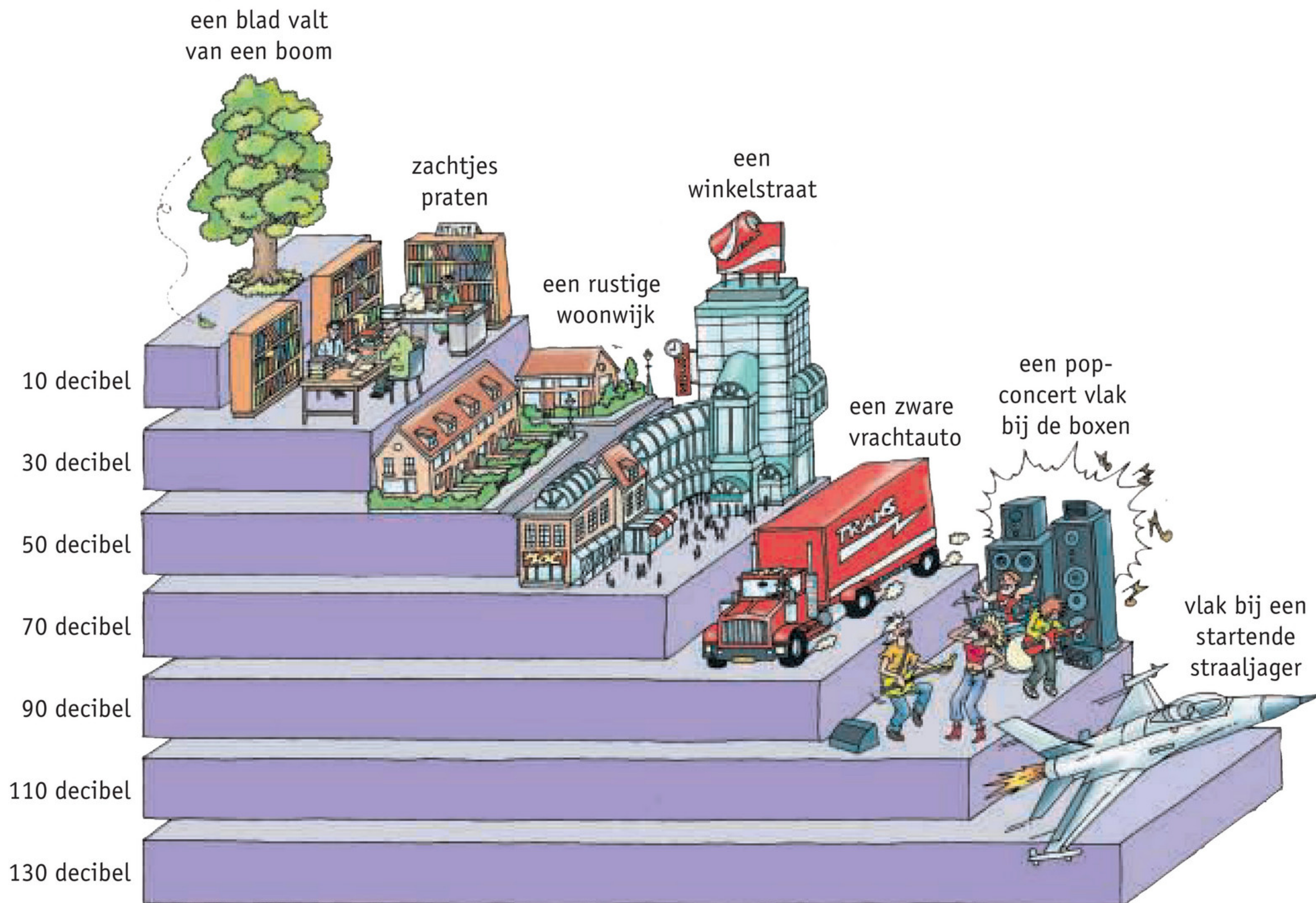
3 grote amplitude, hard geluid



4 kleine amplitude, zacht geluid

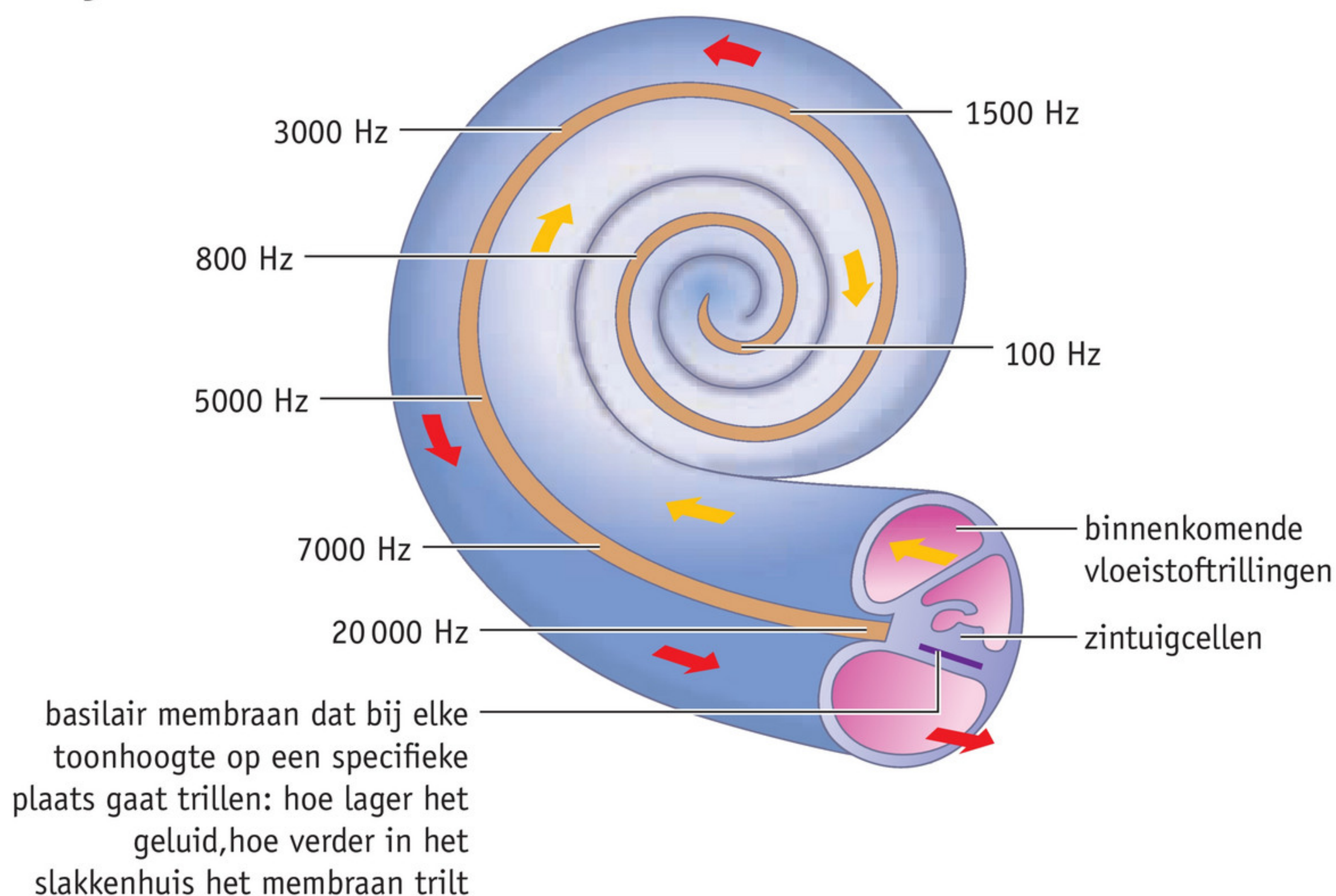
Een geluid dat steeds hoger wordt, zul je op een bepaald moment niet meer kunnen horen. Welke toonhoogten je nog net kunt horen, is onder andere afhankelijk van je leeftijd. Naarmate je ouder wordt, kun je steeds minder hoge tonen horen.

Het **volume** (de sterkte) van een geluid wordt uitgedrukt in **decibel** (dB). In afbeelding 2 is een schaal van geluidsterkten weergegeven. Geluiden vanaf 80 dB kunnen leiden tot gehoor schade, als je deze geluiden vaak en langdurig hoort. Je kunt dan steeds minder goed horen. Op de lange duur kun je zelfs doof worden. Geluiden vanaf 130 dB veroorzaken hevige oorspijn.

Afb. 2 Schaal van geluidssterkte in decibel.

HET SLAKKENHUIS

Het slakkenhuis bestaat uit drie kanalen, die als een spiraal zijn opgerold. Alle drie de kanalen zijn gevuld met een vloeistof. Een van deze kanalen begint bij het vlies (venster) dat met de stijgbeugel is verbonden. Als dit vlies door de gehoorbeentjes in trilling wordt gebracht, gaat de vloeistof in de kanalen van het slakkenhuis trillen. De trillingen van deze vloeistoffen worden overgebracht op het **basilair membraan**. Bij elke geluidsfrequentie gaat telkens een specifiek gedeelte van het basilair membraan trillen (zie afbeelding 3).

Afb. 3 Trillen van het basilair membraan.

In het middelste van de drie kanalen liggen zintuigcellen. Deze worden door de trillingen van het basilair membraan geprikkeld. De zintuigcellen zijn verbonden met de gehoorzenuw, die de impulsen naar de hersenen geleidt. Bij hoge geluidsfrequenties geven andere zintuigcellen impulsen af aan de gehoorzenuw dan bij lage tonen. Daardoor kun je verschillende toonhoogten waarnemen.

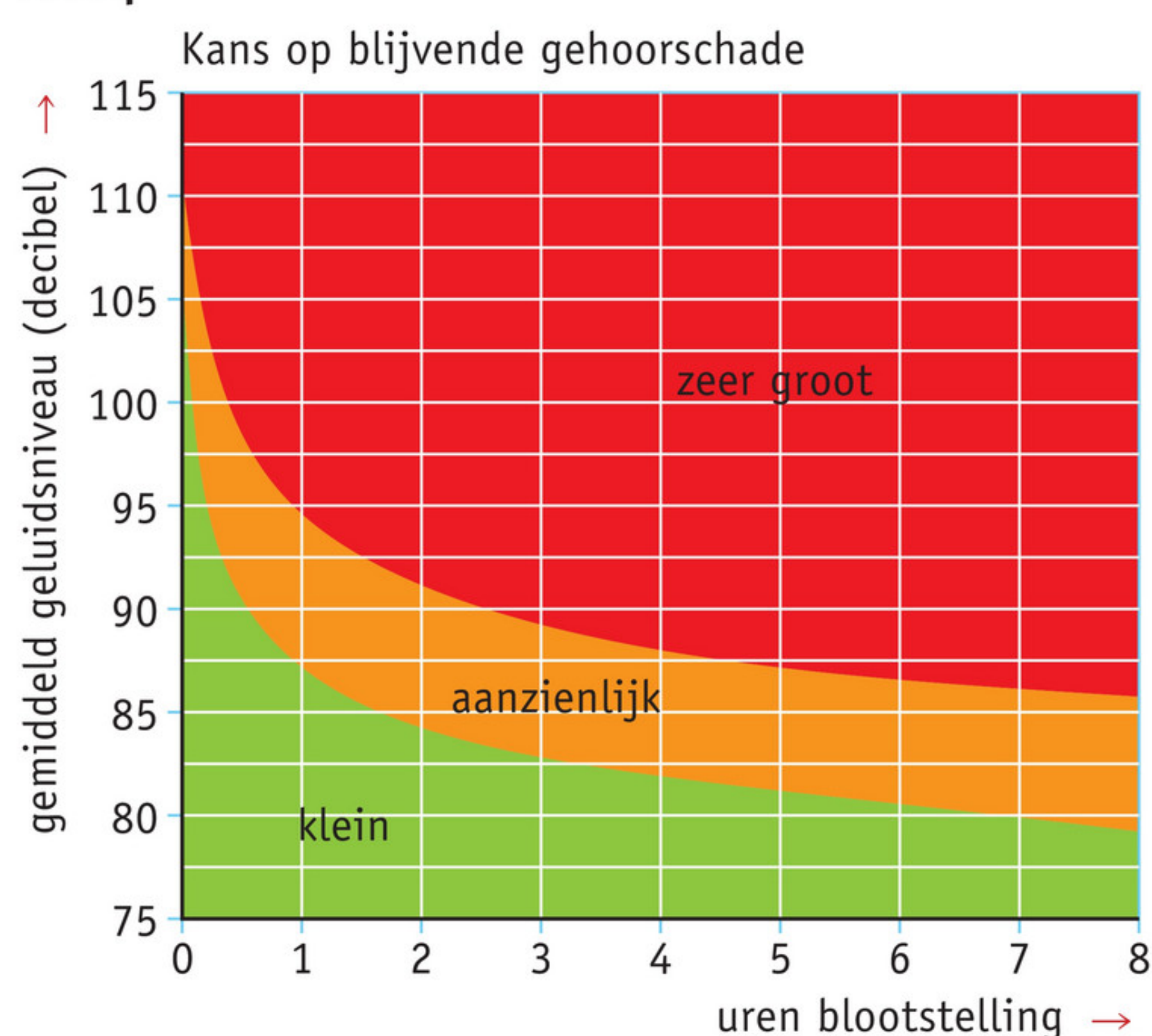
GEHOORSCHADE

Ongeveer 20% van de jongeren van 12 tot 25 jaar heeft gehoorverlies. Dat betekent dat ze minder goed horen. Door te lang en te hard geluid in de oren beschadigen de **trilharen** in het slakkenhuis. Deze trilhaartjes zijn delen van de zintuigcellen. Ze vangen geluiden op, die de zintuigcellen omzetten in impulsen en doorgeven aan de hersenen. Als de trilharen beschadigd zijn, werkt het gehoorzintuig niet goed meer. Ook ontstaat vaak een constante piep in de oren (tinnitus).

De meeste jongeren weten wel dat ze kans hebben op gehoorschade als ze zich bij een concert of in een club te lang aan lawaai blootstellen. Maar ook de oordopjes van je telefoon zijn een groot risico. Jongeren luisteren vaak en lang via oordopjes of koptelefoons naar muziek en de volumeknop gaat regelmatig op het maximum. De **blootstellingsduur** aan geluiden boven 80 dB is daardoor enorm toegenomen (zie afbeelding 4). Sinds 2013 is daarom een volumebegrenzer op muziekspelers verplicht en krijg je een melding als je het geluid harder zet dan 85 dB.

Het probleem is dat je waarschijnlijk wel weet dat harde muziek niet goed is, maar de gevolgen niet direct merkt. Gehoorschade bouwt zich langzaam op. Veel jongeren nemen daardoor nooit voorzorgsmaatregelen om gehoorschade te voorkomen of te beperken, hoewel ze zich bewust zijn van de gevaren. Heb je eenmaal gehoorschade, dan moet je een gehoortoestel gaan dragen. Om gehoorschade te voorkomen geldt: niet te hard, niet te lang en indien nodig gehoorbescherming gebruiken (dempende oordopjes). Als je denkt gehoorschade te hebben opgelopen, kun je dat laten controleren door de huisarts (zie afbeelding 5).

Afb. 4



Afb. 5 Controle van het oor.



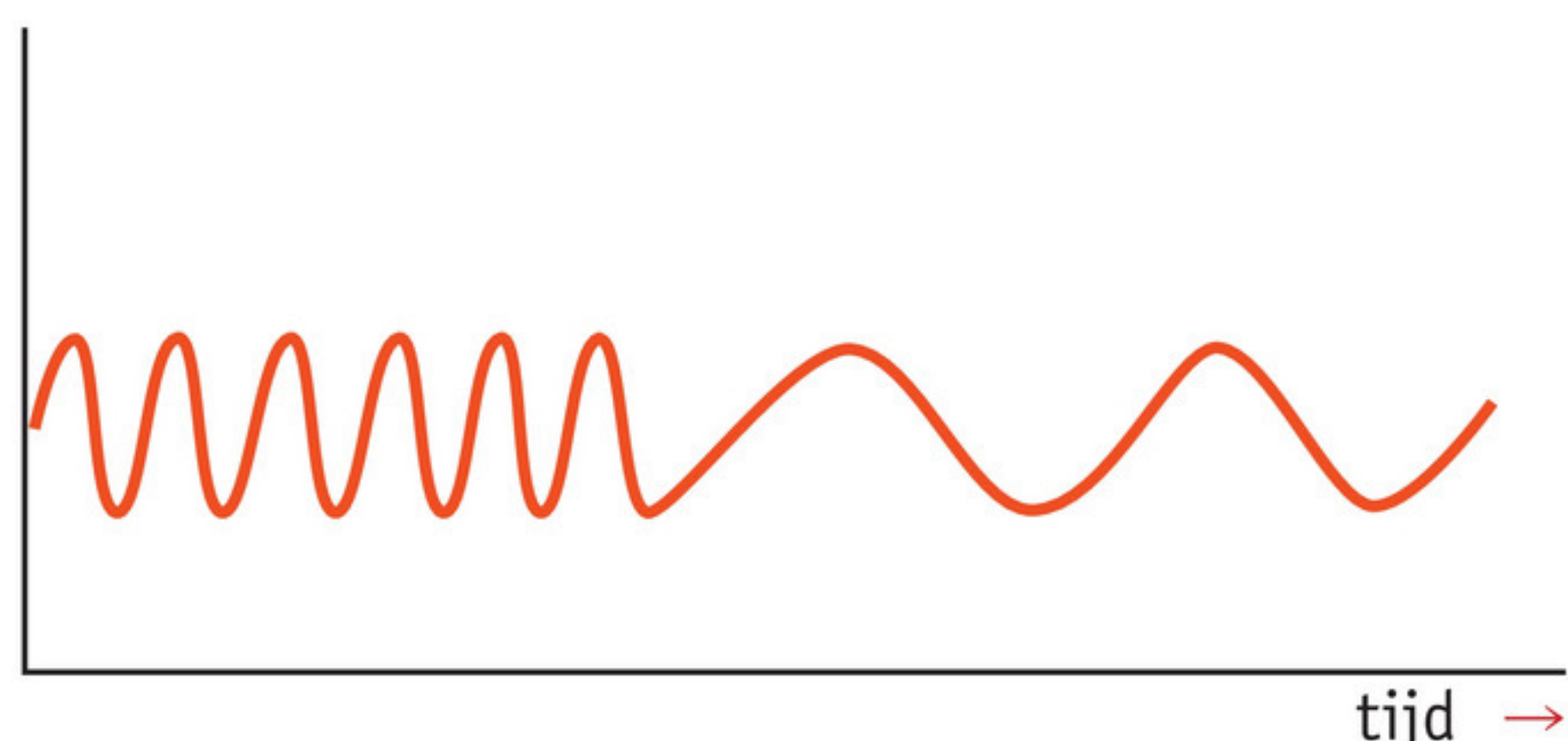
OPDRACHTEN

1

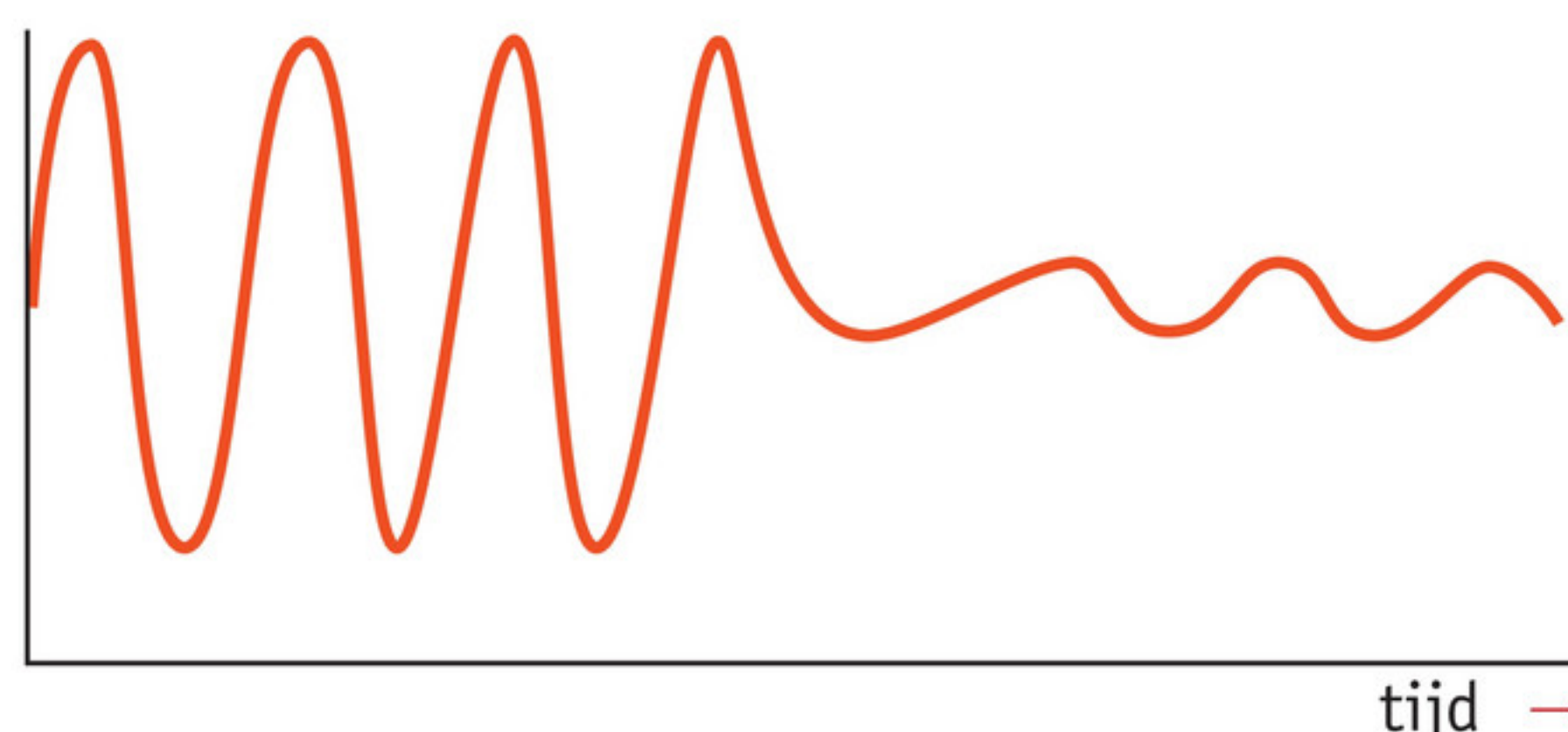
In afbeelding 6.1 zijn de trillingen van een geluid weergegeven.

- a Welke verandering ondergaat dit geluid?
- b Welke verandering ondergaat het geluid in afbeelding 6.2?

Afb. 6



1



2

2

Lees de tekst 'Mosquito verdrijft probleemjongeren'.

- a Waaruit blijkt dat je gehoor afneemt naarmate je ouder wordt?
- b Waardoor treedt geen gewenning op aan het geluid van de Mosquito?

Afb. 7

Mosquito verdrijft probleemjongeren

NIJMEGEN – Diverse gemeenten hebben de Mosquito ingezet als laatste redmiddel tegen hangjongeren die overlast bezorgen. De Mosquito is een apparaatje dat telkens wisselende hoge tonen van 16 tot 19 kHz (kilohertz) uitzendt. Deze hoge tonen worden door jongeren vaak als irritant ervaren, maar zijn door de meeste mensen vanaf 25 jaar al niet meer te horen.

Vanaf 25 jaar hoor je nog 15 tot 16 kHz. Van 30 tot 50 jaar hoor je nog geluiden tot 14 kHz, vanaf 50 jaar tot 12 kHz en dat neemt dan steeds verder af met de leeftijd. Mosquito's worden meestal pas na 20.00 uur aangezet, want jonge kinderen kunnen geluiden tot wel 24 kHz horen. De apparaten blijken goed te werken, hoewel er ook kritiek is. Soms verplaatsen probleemjongeren zich gewoon naar een andere plek. En niet iedere hangjongere zorgt voor problemen, maar hoort wel dat irritante geluid.



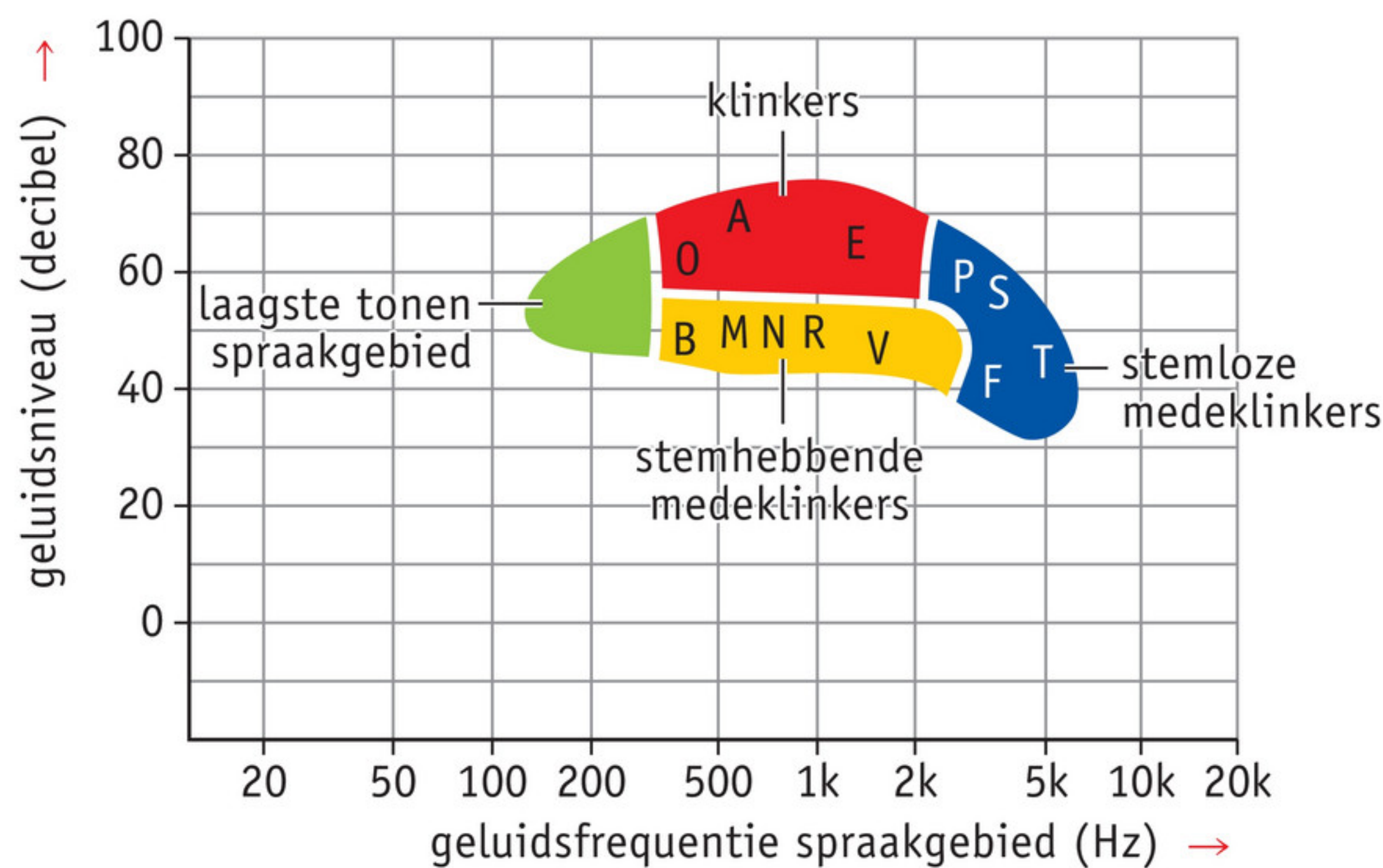
3

Bij geluid harder dan 85 dB geeft de volumebegrenzer op muziekspelers een waarschuwing. Een leerling zegt: 'Ik zet mijn muziekspeler altijd zo hard dat ik net geen waarschuwing krijg. Dan heb ik nooit kans op gehoorschade.' Leg uit waarom deze bewering onjuist is.

4

Letters uit het spraakgebied kun je verdelen in drie groepen (zie afbeelding 8). Het linkeroor van iemand met gehoorverlies wordt getest. Uit de test blijkt dat deze persoon vooral tonen boven de 2000 Hz minder goed kan horen. Welke woorden kan deze persoon waarschijnlijk niet goed onderscheiden met zijn linkeroor: map en nap of sap en tap? Leg je antwoord uit.

Afb. 8



5

Lees de tekst 'Kno-arts'.

- Welk deel van een cochleair implantaat vervangt de gehoorzintuigcellen? Leg je antwoord uit.
- Met een cochleair implantaat kunnen dove mensen de verschillende geluidsfrequenties van een taal weer horen. Vaak kunnen ze dan weer een gesprek voeren.
Leg uit dat dit alleen werkt als zij vroeger een taal hebben geleerd.
- Gebruik bij deze vraag ook afbeelding 8.
Een persoon met een cochleair implantaat hoort de letters 'O' en 'T'. In afbeelding 10 zijn twee plaatsen met P en Q aangegeven. Op deze plaatsen geven elektroden van het cochleair implantaat elektrische signalen af aan de gehoorzenuw bij het 'horen' van de letters O en T.
Bij het horen van de letter O wordt een elektrisch signaal afgegeven op plaats P / Q.
Bij het horen van de letter T wordt een elektrisch signaal afgegeven op plaats P / Q.

Afb. 9

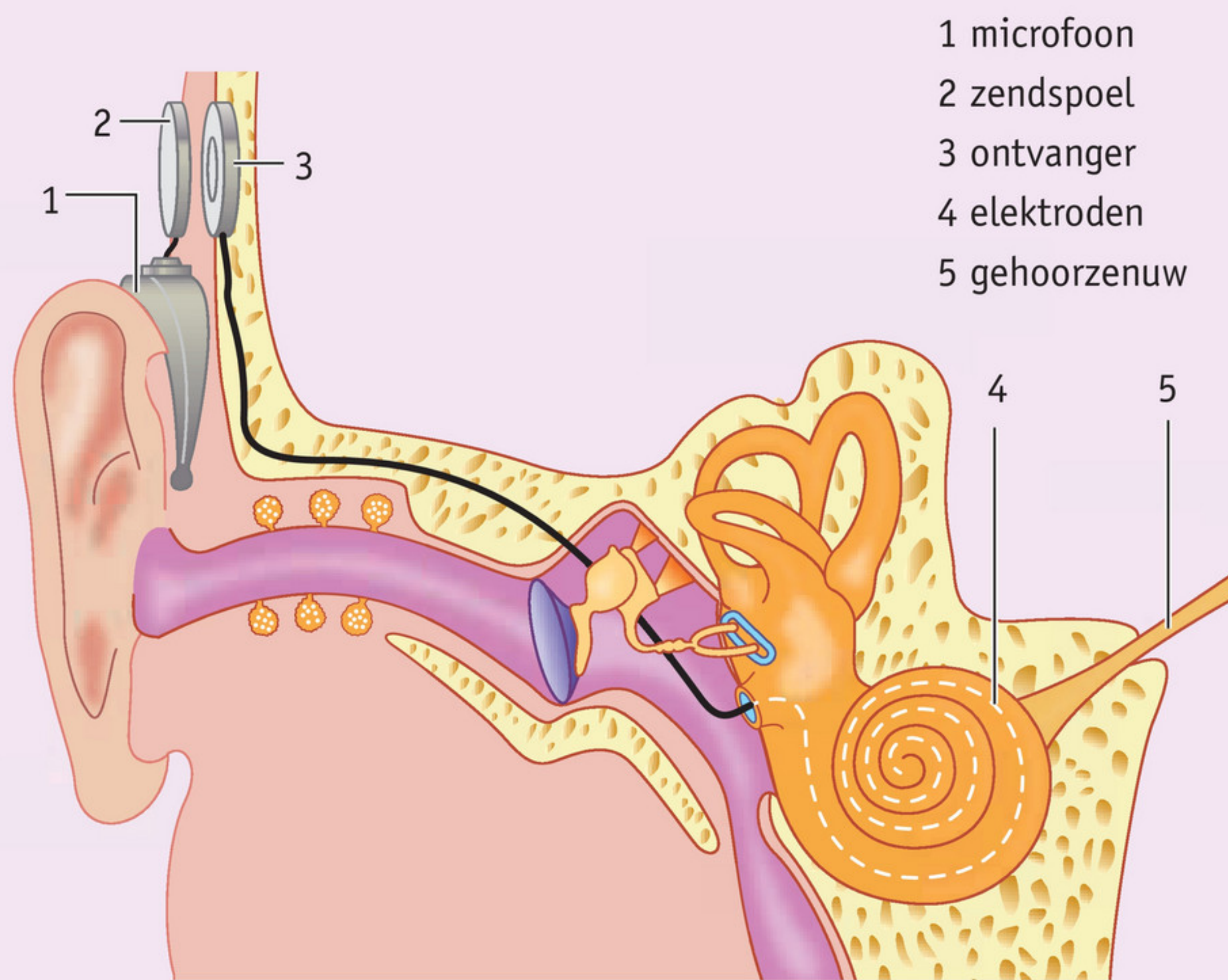
Kno-arts

Paul Jan Beugelink is kno-arts in een academisch medisch centrum. Hij houdt zich bezig met klachten en aandoeningen van keel, neus, oren en hals. Veel van zijn tijd besteedt hij aan contact met patiënten. Hij stelt een diagnose en vervolgens een behandelplan op. Soms bestaat dat behandelplan uit een chirurgische ingreep. Een voorbeeld daarvan is de operatie waarbij een cochleair implantaat wordt ingebracht (zie de tekening).

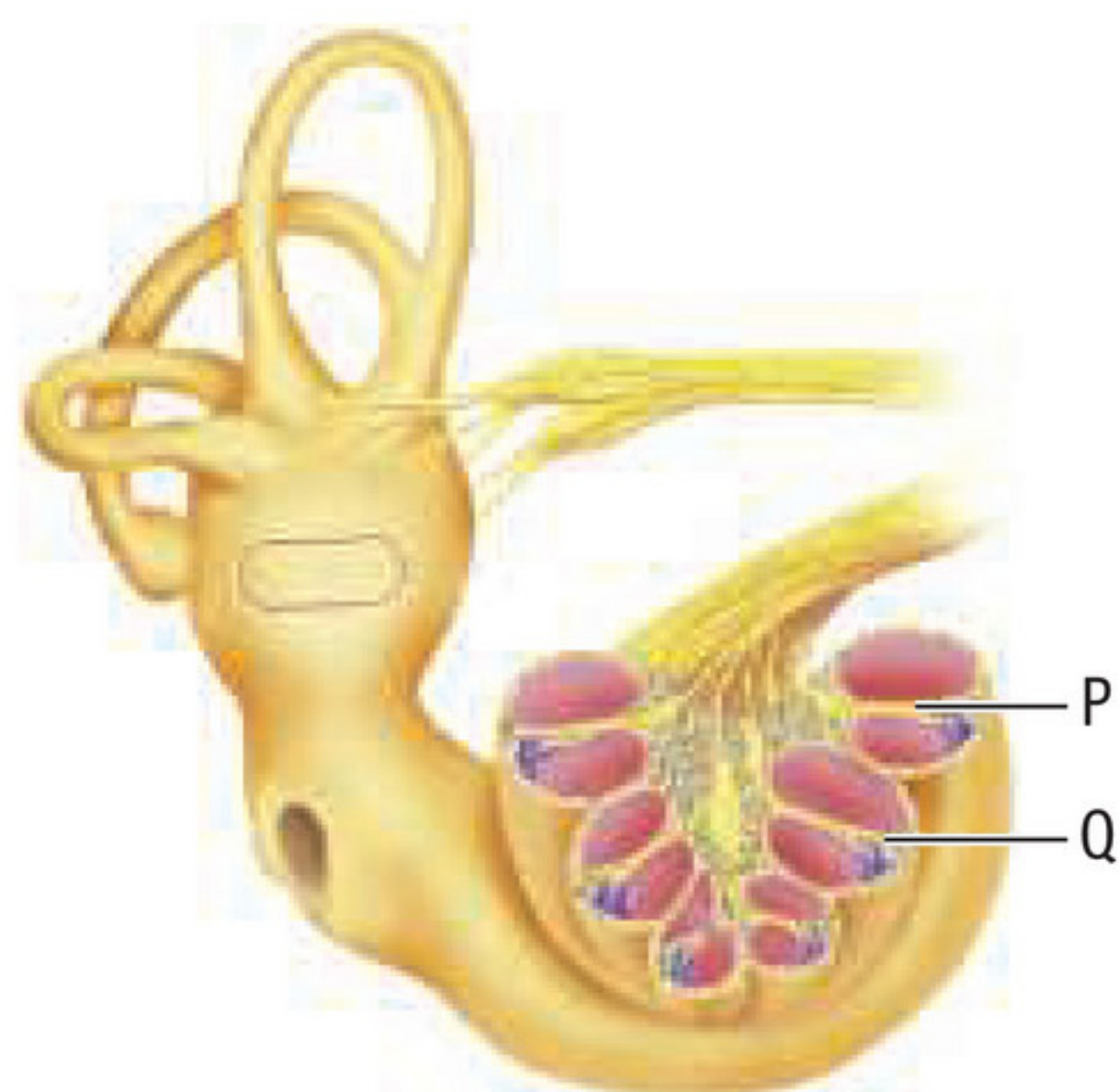
Sommige dove mensen kunnen weer redelijk horen dankzij een cochleair implantaat. Het cochleair implantaat werkt als volgt:

- Geluiden worden opgevangen via een microfoon (1).
- De microfoon verzendt de geluidsinformatie naar de zendspoel (2).
- De geïmplanteerde ontvanger (3) vangt deze draadloze geluidsfrequenties op en zet die om in elektrische signalen die naar maximaal 22 geïmplanteerde elektroden (4) in het slakkenhuis gaan.
- Deze elektroden, die elk in een eigen gebied in het slakkenhuis liggen, stimuleren rechtstreeks op 22 verschillende gebieden de gehoorzenuw (5).

In de hersenen wordt de persoon zich dan bewust van de verschillende geluidsfrequenties. Hij kan dan vaak weer een gesprek voeren. Maar dit werkt alleen als hij vroeger al een taal heeft leren verstaan.



Afb. 10



 Ga naar de *Flitskaarten*.

Leren onderzoeken

1

ONDERZOEKSVRAAG EN HYPOTHESE

► Basisstof 1 | ► Leerdoelen 5.O.19 en 5.O.20 | ► Practica 1, 2, 3 en 4

ONDERZOEKSVRAAG

Een onderzoek begint met een onderzoeksvraag: de vraag die je wilt beantwoorden met je onderzoek. Meestal geeft een situatie, een probleem of simpelweg nieuwsgierigheid aanleiding tot een onderzoeksvraag. Als je zelf een onderzoeksvraag bedenkt, denk dan ook al na over een onderzoek waarmee je die vraag zou kunnen beantwoorden. Als het werkplan is gegeven, formuleer je je onderzoeksvraag zó, dat je hem kunt beantwoorden met behulp van de resultaten van het onderzoek.

HYPOTHESE

Je formuleert een hypothese voordat je een onderzoek uitvoert. De hypothese is jouw voorlopige antwoord op de onderzoeksvraag. Denk daarbij na over waarom je dat denkt. Verzin dus niet zomaar iets.

Je toetst je hypothese door het onderzoek uit te voeren. Daarom kan een hypothese helpen bij het ontwerpen van een werkplan. Als het werkplan al is gegeven, formuleer je de hypothese zó, dat je hem kunt toetsen door het werkplan uit te voeren.

OPDRACHTEN

1

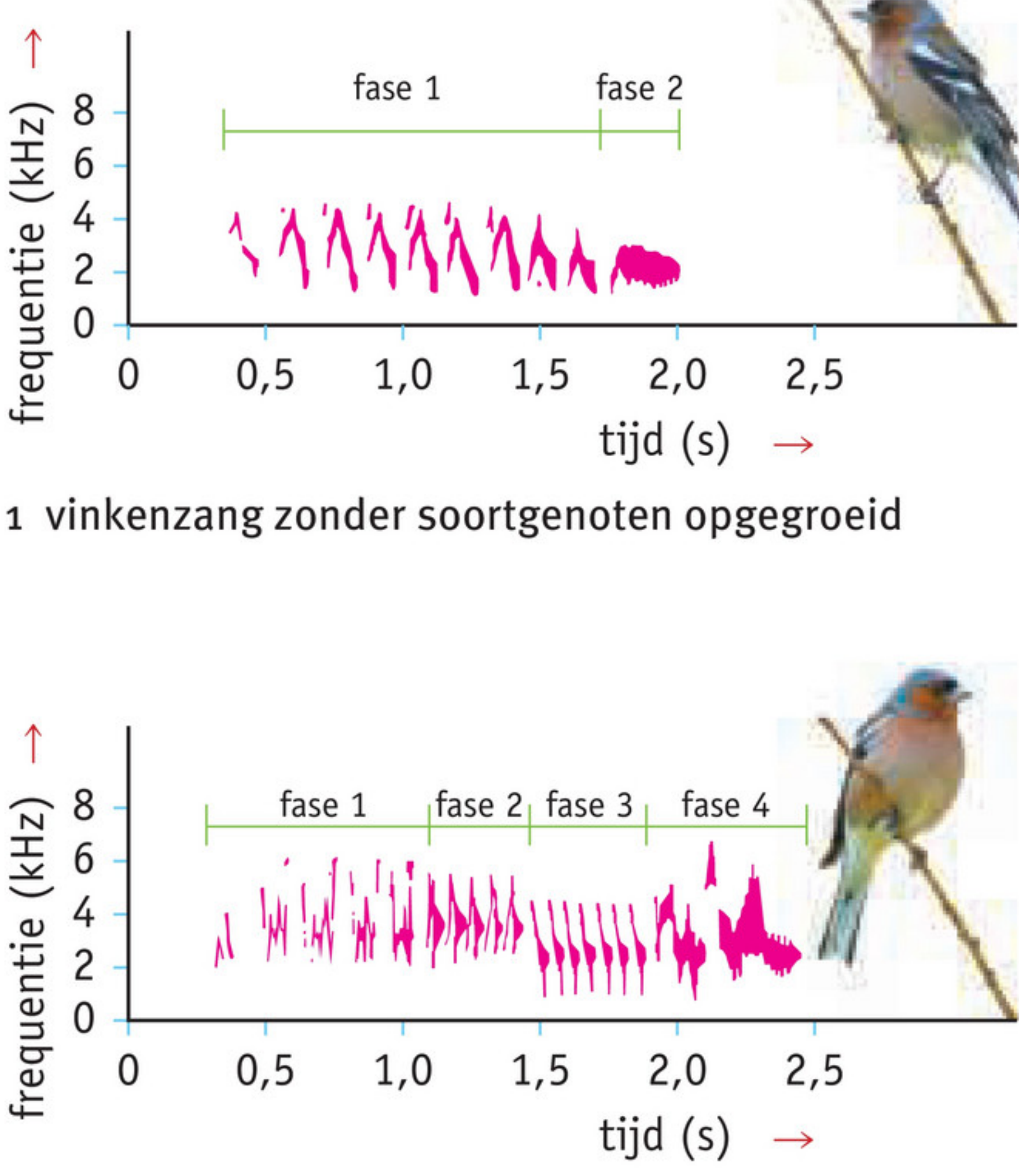
Lars heeft in zijn achtertuin een kippenhok. Overdag lopen de kippen en de haan vaak door de achtertuin, op zoek naar rondslingerend kippenvoer. Terwijl Lars naar de pikkende vogels kijkt, vraagt hij zich af waar dit pikgedrag vandaan komt. Zijn moeder denkt dat voedselpikken van nature in de kippen zit en dus erfelijk gedrag is, maar zijn vader is ervan overtuigd dat het aangeleerd gedrag is. Lars besluit te onderzoeken wie van zijn ouders gelijk heeft.

- a Wat is de onderzoeksvraag van Lars?
- b Wat denk jij dat het antwoord is op deze onderzoeksvraag?
- c Leg in één of twee zinnen uit waarom je dit denkt.
- d Lars broedt op zolder een ei uit. Zodra het kuiken geboren is, geeft Lars het kuiken voor de eerste keer kippenvoer. Het kuiken heeft nog geen andere kippen gezien, maar zodra hij het kippenvoer opmerkt, begint hij er gelijk naar te pikken. Lars herhaalt dit vier keer. Elke keer ziet hij hoe het pasgeboren kuiken meteen naar het vogelvoer begint te pikken.
Welke conclusie kan Lars trekken?

2

De Engelse bioloog William Thorpe merkte op dat de zang van vinken in verschillende gebieden overeenkomsten vertoont, maar dat de vinkenzang ook per streek kan verschillen. Hij vroeg zich af of de vinkenzang erfelijk, aangeleerd, of deels erfelijk en deels aangeleerd is.

- a Wat is de onderzoeksvraag van Thorpe? Noteer deze in de tabel.
- b Formuleer een hypothese bij deze onderzoeksvraag. Leg in één of twee zinnen uit waarom je denkt dat dit het antwoord is op de onderzoeksvraag.
- c In de tabel zie je het experiment dat Thorpe heeft uitgevoerd.
Bestudeer de resultaten en noteer je conclusie in de tabel.

ONDERZOEK	VINKENZANG
Onderzoeksvraag	
Hypothese	
Werkplan	Pasgeboren vinkenvrouwen worden in een geluidsdichte ruimte geplaatst en met de hand grootgebracht. De vinkenvrouwen horen zo geen soortgenoten zingen. Wanneer deze geïsoleerde vrouwen gaan zingen, wordt de zang in een grafiek weergegeven. Dit wordt vergeleken met grafieken van vinken in het wild.
Resultaten	De geïsoleerde vinken gaan na enige tijd zingen, maar de vinkenzang is weinig gevarieerd (twee fasen). Vinken in het wild maken veel meer verschillende geluiden tijdens de zang (vier fasen). Soms zijn deze fasen nog veel gevarieerder (zie afbeelding 1). Afb. 1  1 vinkenzang zonder soortgenoten opgegroeid 2 vinkenzang met soortgenoten opgegroeid
Conclusie	

2

GEDRAGSONDERZOEK

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 5.O.21 | ► Practicum 7

Het gedrag van dieren wordt meestal in het wild bestudeerd, omdat dieren in het wild hun natuurlijke gedrag vertonen. In gevangenschap vertonen dieren ander gedrag. Om het gedrag van dieren te bestuderen, observeren onderzoekers het gedrag, noteren ze de tijd die dieren aan een bepaalde gedraging besteden en geven ze aan wat de volgorde van deze gedragingen is. Ze noteren geen interpretaties, maar alleen observaties. De studie van gedrag heet **ethologie**.

Ook gedragsbiologen formuleren een onderzoeksvraag en een hypothese. Voordat ze het onderzoek uitvoeren, maken ze een lijst van de handelingen die ze willen observeren. Een beschrijving van de handelingen van het dier heet een **ethogram** (zie afbeelding 2). In een ethogram noteer je alleen de handelingen die van belang zijn om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Iemand die wil onderzoeken hoeveel tijd een kat besteedt aan de verzorging van zijn vacht, noteert alleen de handelingen die daarmee te maken hebben, zoals vachtlikken en kopvegen met (natte) voorpoot.

Tijdens het onderzoek wordt een protocol gemaakt. Een **protocol** is een lijst van achtereenvolgens waargenomen handelingen uit het ethogram (zie afbeelding 3).

Afb. 2

Ethogram	
Doel	Een lijst maken met objectieve beschrijvingen van de handelingen van een diersoort.
Werkplan	Van een dier dat wordt bestudeerd, worden de handelingen genoemd. Van elke handeling wordt een afkorting gemaakt.
Resultaten	

Afb. 3

Protocol	
Doel	Handelingen uit het ethogram die achtereenvolgens worden waargenomen bij een dier, worden gedurende een bepaalde tijd genoteerd.
Werkplan	Een dier wordt gedurende een bepaalde tijd geobserveerd. In een tabel met de tijden wordt bij elk tijdstip de op dat moment voorkomende handeling genoteerd. Daarbij worden de afkortingen uit het ethogram gebruikt.
Resultaten	

OPDRACHT

1

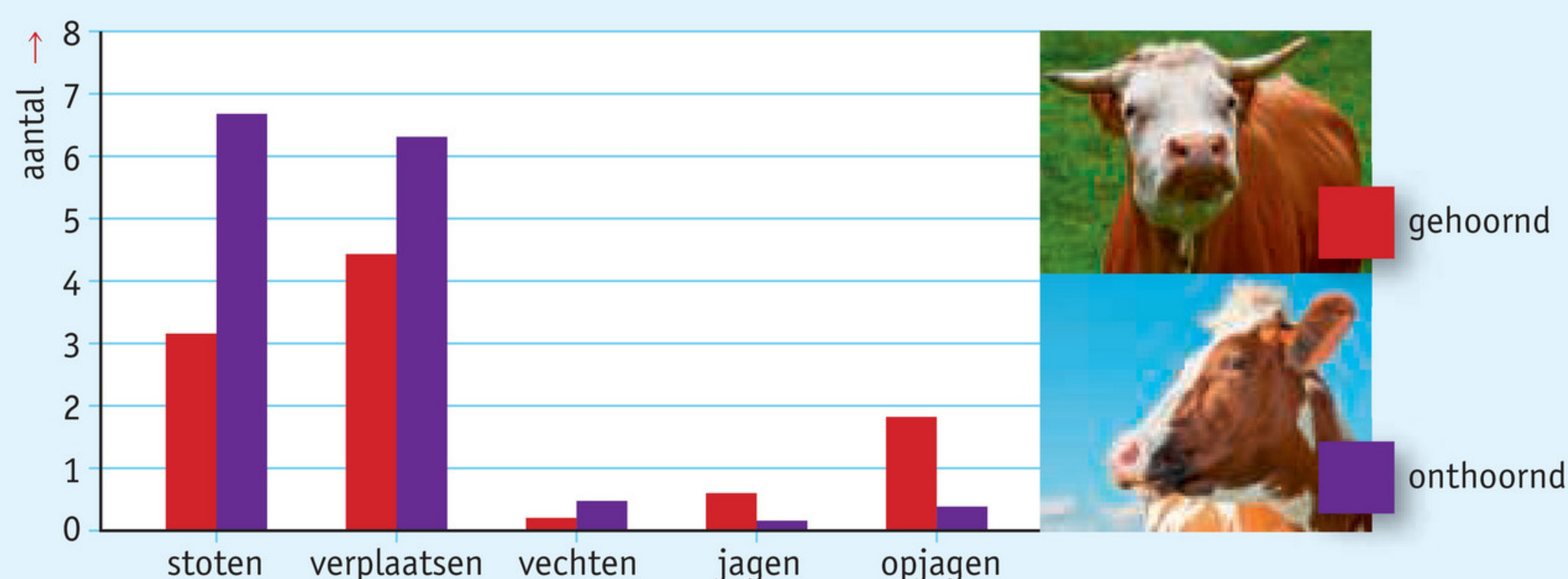
Lees de tekst 'Gedrag van gehoornde en onthoornde koeien'. Het betreft een onderzoek dat is uitgevoerd met behulp van een ethogram en een protocol.

- Leg uit dat dit onderzoek hoort bij de ethologie.
- Welke handelingen staan in het ethogram van dit onderzoek?
- Welke handeling is bij gehoornde koeien het vaakst genoteerd? En staat dit aantal handelingen in het ethogram of het protocol?
- Twee onderzoekers omschrijven de handeling 'vechten'.
Onderzoeker 1 omschrijft de handeling als: twee koeien die uitvechten wie de baas is. Onderzoeker 2 omschrijft de handeling als: twee koeien die met hun voorhoofd of hoorns tegen elkaar aan stoten.
Welke onderzoeker geeft een juiste beschrijving van de handeling? Leg je antwoord uit.
- Bij de handeling 'verplaatsen' gaat een lager in rang staande koe aan de kant voor een hoger in rang staande koe. Bij de handeling 'stoten' gaat een (meestal) lager in rang staande koe niet aan de kant als ze een stoot krijgt van een andere koe.
Leg uit dat verplaatsen meer voorkomt dan stoten bij gehoornde koeien.

Afb. 4

Gedrag van gehoornde en onthoornde koeien

De meeste veehouders onthoornen hun kalveren. Sommige biologische veehouders willen hun koeien niet onthoornen, omdat zij dat onnatuurlijk of niet diervriendelijk vinden. Onderzoeker Gidi Smolders van Wageningen Livestock Research vroeg zich af of gehoornde koeien een beter welzijn hebben dan onthoornde koeien. Hij onderzocht daarom of gehoornde koeien zich anders gedragen dan onthoornde koeien. Smolders observeerde het sociale gedrag van koeien en dan vooral het gedrag dat te maken heeft met de rangorde binnen een groep. Bij dit gedrag gaat het bijvoorbeeld om een hoger in rang staande koe die een lager in rang staande koe wegjaagt. Smolders noteerde bij gehoornde en bij onthoornde koeien ook het aantal beschadigingen, zoals wonden, littekens en kale plekken van de dieren. Hij ontdekte dat gehoornde koeien duidelijk meer beschadigingen opliepen dan onthoornde koeien. Gehoornde koeien gedragen zich ook anders dan onthoornde koeien. In het staafdiagram is dat te zien.



Naar: G. Smolders, Wageningen Livestock Research, 2011.

Practica

1

WARMTEZINTUIGEN EN KOUDEZINTUIGEN

► Basisstof 1 | ► Leerdoelen 5.1.1, 5.1.2 en 5.O.20 | ► Leren onderzoeken 1

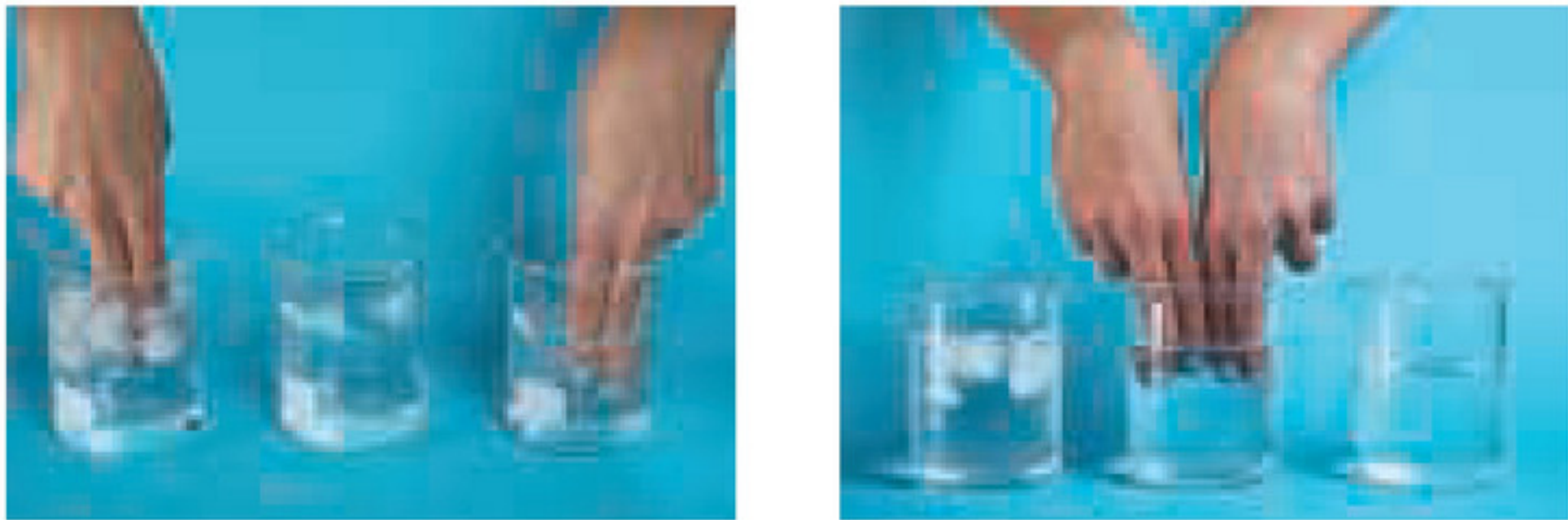
 15-20 minuten

WAT GA JE DOEN?

Warmtezintuigen reageren wanneer je huid in aanraking komt met iets dat warmer is dan je huid. Je zegt dan dat de warmtezintuigen worden geprikkeld. Koudezintuigen worden geprikkeld bij aanraking met iets dat kouder is.
In dit practicum onderzoek je de werking van deze zintuigen.

WERKWIJZE

- Lees de onderzoeksvraag en het werkplan.
- Vul je hypothese in.
- Voer het onderzoek uit.
- Noteer je resultaten.
- Vul je conclusie in.

ONDERZOEK	WARMTEZINTUIGEN EN KOUDEZINTUIGEN
Onderzoeksvraag	Geven waarnemingen van de warmte- en koudezintuigen in de huid een betrouwbare aanwijzing voor de temperatuur?
Hypothese	
Benodigdheden	☐ een bekeerglas met ijswater (ongeveer 0 °C) ☐ een bekeerglas met water op kamertemperatuur (ongeveer 20 °C) ☐ een bekeerglas met warm water (ongeveer 40 °C)
Werkplan	Enkele vingers van de rechterhand worden in een bekeerglas met ijswater gehouden en enkele vingers van de linkerhand in een bekeerglas met warm water (zie afbeelding 1). De vingers worden twee minuten onder water gehouden. Daarna worden de vingers van beide handen tegelijk in een bekeerglas met water op kamertemperatuur gehouden. Afb. 1 
Resultaten	
Conclusie	

2 TASTKNOPJES

► Basisstof 2 | ► Leerdoelen 5.2.4 en 5.0.19 | ► Leren onderzoeken 1

 25-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je of de huid overal evenveel tastknopjes per vierkante centimeter bevat.
Je werkt in groepjes van drie. Eén leerling is proefpersoon. Een andere leerling voert de proef uit. De derde leerling noteert de waarnemingen.

WERKWIJZE

- Lees het werkplan.
- Noteer de onderzoeksvraag en de hypothese van dit onderzoek.
- Voer het onderzoek uit.
- Noteer je resultaten.
- Vul de conclusie in.

ONDERZOEK	TASTKNOPJES																																								
Onderzoeksvraag																																									
Hypothese																																									
Benodigdheden	☐ een blinddoek ☐ een passer met twee scherpe (metalen) punten ☐ een liniaal																																								
Werkplan	• Blinddoek de proefpersoon. Buig de passer zó dat de twee punten 10 mm uit elkaar staan. • Raak de huid van de proefpersoon aan met de twee passerpunten tegelijk. Doe dat op drie plaatsen: de top van de wijsvinger, de onderarm en de neuspunt (zie afbeelding 2). De punten mogen niet in de huid worden gedrukt! De proefpersoon geeft na elke aanraking aan of hij één of twee punten voelt. Noteer de waarnemingen van de proefpersoon in de tabel. • Herhaal de proef in willekeurige volgorde met de passerpunten 8, 6, 4 en 2 mm uit elkaar, en met slechts één passerpunt. Afb. 2 																																								
Resultaten	<table><tr><th colspan="7">Waarnemingen met de tastknopjes</th></tr><tr><th rowspan="2">Plaats van de huid</th><th colspan="5">Afstand tussen de passerpunten</th><th rowspan="2">1 punt</th></tr><tr><th>10 mm</th><th>8 mm</th><th>6 mm</th><th>4 mm</th><th>2 mm</th></tr><tr><td>Top van de wijsvinger</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Onderarm</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Neuspunt</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Waarnemingen met de tastknopjes							Plaats van de huid	Afstand tussen de passerpunten					1 punt	10 mm	8 mm	6 mm	4 mm	2 mm	Top van de wijsvinger							Onderarm							Neuspunt						
Waarnemingen met de tastknopjes																																									
Plaats van de huid	Afstand tussen de passerpunten					1 punt																																			
	10 mm	8 mm	6 mm	4 mm	2 mm																																				
Top van de wijsvinger																																									
Onderarm																																									
Neuspunt																																									
Conclusie																																									

3 DE DREMPELWAARDE VAN JE SMAAKZINTUIGEN VOOR ZOET

► Basisstof 2 | ► Leerdoelen 5.2.6 en 5.0.19 | ► Leren onderzoeken 1

 15-20 minuten

WAT GA JE DOEN?
In dit practicum onderzoek je wat je drempelwaarde van je smaakzintuigen van zoet is.

- WERKWIJZE**
- Lees het werkplan.
 - Bedenk een onderzoeksvraag en vul die in.
 - Voer het onderzoek uit.
 - Noteer je resultaten.
 - Vul de conclusie in.

ONDERZOEK	DREMPELWAARDE VOOR ZOET		
Onderzoeksvraag			
Hypothese	–		
Benodigdheden	☐ twee plastic bekertjes ☐ suikeroplossingen van 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, 1,0%, 1,5% en 2,0%		
Werkplan	Van je docent krijgt je acht keer een beetje water met of zonder suiker. • Voordat je een suikeroplossing proeft, spoel je je mond telkens met een beetje water. • Noteer in de tabel telkens of je wel of geen suiker proeft. • Je hoort van je docent hoeveel procent suiker elke suikeroplossing bevat. Noteer dit in de tabel. • Bepaal de drempelwaarde van je smaakzintuigen voor zoet.		
Resultaten	Suikeroplossing	Proef je suiker?	Concentratie suikeroplossing
	1	ja / nee	
	2	ja / nee	
	3	ja / nee	
	4	ja / nee	
	5	ja / nee	
	6	ja / nee	
	7	ja / nee	
	8	ja / nee	
Conclusie			

OPDRACHT

1 Waarom hoef je bij dit onderzoek geen hypothese te formuleren?

4

DE WERKING VAN DE SMAAKZINTUIGEN

► Basisstof 2 | ► Leerdoelen 5.2.6, 5.0.19 en 5.0.20 | ► Leren onderzoeken 1

 30-40 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je hoe je smaakzintuigen werken.

Je werkt in groepjes van drie. Eén leerling is proefpersoon. Een andere leerling voert de proef uit. De derde leerling noteert de waarnemingen.

WERKWIJZE

- Lees het werkplan.
- Noteer de onderzoeksvraag en de hypothese van dit onderzoek.
- Voer het onderzoek uit.
- Noteer je resultaten in een zelfgemaakte tabel.
- Vul de conclusie in.

ONDERZOEK	DE WERKING VAN DE SMAAKZINTUIGEN
Onderzoeksvraag	
Hypothese	
Benodigdheden	☐ een blinddoek ☐ een mes (of een spatel) ☐ een potje met suiker ☐ een potje met zout ☐ een horloge of stopwatch ☐ een glas water ☐ filtreerpapier of keukenpapier
Werkplan	Afb. 3  • Blinddoek de proefpersoon. Leg in willekeurige volgorde driemaal een mespuntje suiker en driemaal een mespuntje zout op de tong van de proefpersoon (zie afbeelding 3). De suiker of het zout zal oplossen in het vocht op de tong. • De proefpersoon geeft aan welke smaak hij waarneemt. De derde persoon neemt de tijd op die de proefpersoon nodig heeft om de smaak te herkennen, en noteert deze tijden. Tussen elke waarneming moet de proefpersoon de mond spoelen met water. • Voer de proef nogmaals uit. De proefpersoon maakt nu telkens vóór het proeven de tong goed droog met filtreerpapier of keukenpapier. De suiker of het zout kan nu pas oplossen wanneer er langzaam weer wat vocht op de tong is gekomen.
Resultaten	
Conclusie	

5

DE PUPILREFLEX

► Basisstof 3 | ► Leerdoel 5.3.8

⌚ 10-15 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum ga je bij jezelf de pupilreflex bestuderen.

BENODIGDHEDEN

- ☐ een lege wc-rol
- ☐ een spiegel

WERKWIJZE

- Doe één oog dicht.
- Houd de wc-rol tussen het andere oog en de spiegel (zie afbeelding 4.1). Zorg ervoor dat er net genoeg licht is om je pupil te zien. Let op de grootte van je pupil.
- Beweeg je hoofd een stukje achteruit (zie afbeelding 4.2). Er komt dan meer licht bij het oog. Let op hoe de grootte van de pupil verandert.

Afb. 4



1



2

OPDRACHT

1

Je bent begonnen met je oog dicht bij de wc-rol te houden.

- a Was de pupil toen groot of klein? En de iris?
De pupil was *groot / klein*, de iris was *groot / klein*.
- b Viel er toen fel licht of zwak licht in je oog? *fel / zwak*
- c Daarna heb je je hoofd een stukje achteruit bewogen.
Werd de pupil toen groter of kleiner? En de iris?
De pupil werd *groter / kleiner*, de iris werd *groter / kleiner*.
- d Werd het licht dat in je oog viel feller of minder fel? *feller / minder fel*
- e Wat is de functie van de pupilreflex?

6

DE KNIEPEESREFLEX

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 5.4.11

 10-15 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum ga je bij jezelf de kniepeesreflex bestuderen.
Je doet dit practicum samen met een klasgenoot.

BENODIGDHEDEN

☐ een reflexhamertje of een liniaal

WERKWIJZE

- Leg je linkerbeen over je rechterknie. Zorg ervoor dat je linkervoet de grond niet raakt en dat je onderbeen er ontspannen bij hangt.
- Laat je klasgenoot een tik op je kniepees geven, precies onder de knieschijf (zie afbeelding 5).

Afb. 5

**OPDRACHT**

1

- a** Hoe reageerde je onderbeen op de tik?
b Heb je deze beweging bewust willen maken? *ja / nee*

7

GEDRAG BIJ EEN DIER

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 5.O.21 | ► Leren onderzoeken 2

 **Les 1: voorbereiding, 20-30 minuten; les 2: uitvoering, 70-80 minuten; les 3: verwerking, 25-35 minuten**

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je gedrag bij een dier. Je kunt direct gedrag bij een levend dier onderzoeken of gebruikmaken van een videofilm.

Kies in overleg met je docent welk dier (of mens) je gaat onderzoeken en waar je waarnemingen gaat doen.

Je doet dit practicum samen met een klasgenoot.

WERKWIJZE

Voer de opdrachten in de onderzoekstabel uit en vul de tabel verder in.

ONDERZOEK	GEDRAG BIJ EEN DIER
Onderzoeksvraag	
Hypothese	<i>Het is bij dit onderzoek niet altijd nodig om een hypothese op te stellen. Overleg met je docent of het nodig is.</i>
Benodigdheden	
Werkplan	• Bestudeer dieren van de soort die je wilt onderzoeken en maak een ethogram van de handelingen die je waarneemt. Kies alleen de handelingen waarmee je de onderzoeksvraag wilt beantwoorden. • Maak een protocol van het waargenomen gedrag. Meestal is het handig het gedrag van één dier te observeren. Werk daarbij als volgt samen: – Eén leerling geeft telkens aan wanneer de tijd (bijvoorbeeld 5 of 30 seconden) om is. – Eén leerling noteert de afkortingen van de handelingen.
Resultaten	Geef zowel het ethogram als het protocol weer. Maak ook een staafdiagram van je resultaten.
Conclusie	

Samenvatting

BASIS 1

JE OMGEVING WAARNEMEN

1 Je kunt de werking van zintuigen beschrijven.

- Zintuig: een orgaan dat reageert op prikkels.
 - prikkel: een invloed uit de omgeving op een organisme
- Als zintuigcellen prikkels opvangen, ontstaan in de zintuigcellen impulsen.
 - Impulsen zijn elektrische signalen ('seintjes'), die van de zintuigen via zenuwen naar de hersenen worden geleid.
 - De hersenen verwerken de impulsen die van de zintuigen af komen.
- Pijnpunten (de uiteinden van bepaalde zenuwen): nemen pijn waar. Pijnpunten komen overal in het lichaam voor.

2 Je kunt de zintuigen noemen met hun ligging en hun prikkel.

Zintuig	Ligging	Prikkel
Gezichtszintuig	in de ogen	licht
Gehoorzintuig	in de oren	geluid
Evenwichtszintuig	in de oren	zwaartekracht
Reukzintuig	in de neus	geur
Smaakzintuig	in de tong	smaak
Warmtezintuig	in de huid	warmte
Koudezintuig	in de huid	kou
Drukzintuig	in de huid	druk
Tastzintuig	in de huid	lichte aanraking

3 Je kunt uitleggen wanneer zintuigen prikkels omzetten in zenuwimpulsen.

- Drempelwaarde: de kleinste prikkelsterkte die een impuls veroorzaakt.
 - Impulsfrequentie: de hoeveelheid impulsen per seconde. De sterkte van een impuls is altijd hetzelfde.
- Adequate prikkel: het type prikkel waar een zintuigcel speciaal gevoelig voor is.
 - Voor deze prikkel heeft de zintuigcel een lage drempelwaarde.
- De drempelwaarde is niet altijd even hoog.
 - Gewenning: wanneer een prikkel enige tijd aanhoudt, ontstaan in de zintuigcellen minder impulsen.

BASIS 2

VOELEN, RUIKEN EN PROEVEN

4 Je kunt de bouw en functies van de huid beschrijven.

- Opperhuid: hoornlaag en kiemlaag.
 - Hoornlaag (dode, verhoornde celresten): bescherming tegen beschadiging, uitdroging en ziekteverwekkers (bacteriën).
 - Kiemlaag (levende cellen): de onderste laag cellen deelt zich voortdurend. Hierdoor wordt de steeds afslijtende hoornlaag aangevuld.
 - Haar met haarzakje (uitstulping van de kiemlaag) en talgklieren.
 - Talg houdt de haren en de hoornlaag soepel.
- Lederhuid met zintuigen, zenuwen, pijnpunten, haarspiertjes, bloedvaten en zweetklieren.
 - Zintuigen: warmte-, koude-, druk- en tastzintuigen.
 - Tastknopjes liggen vlak onder de opperhuid. Drukzintuigen liggen dieper in de huid.
 - Zweetklieren: produceren zweet. Door verdamping van zweet koelt het lichaam af.

- Onderhuidse bindweefsel.
 - Hierin ligt vet opgeslagen. Het vet dient als reservevoedsel en heeft een isolerende werking.
 - Een brandwond is een beschadiging van de huid die wordt veroorzaakt door warmte, een chemische stof of elektriciteit.
- 5 Je kunt benoemen hoe je verschillende geuren ruikt.**
- Reukzintuig: zintuigcellen in het neusslijmvlies boven in de neusholte.
 - Verschillende typen reukzintuigcellen zijn gevoelig voor verschillende geurstoffen.
 - De hersenen vertalen het patroon van impulsen naar een geur.
- 6 Je kunt benoemen hoe je verschillende smaken proeft.**
- Aan de zijkanten van groefjes in de tong liggen smaakknopjes.
 - In de smaakknopjes liggen smaakzintuigcellen.
 - Er zijn aparte smaakknopjes voor de smaken zoet, zuur, zout, bitter en umami.
 - Het proeven van alle andere smaken komt tot stand doordat het reukzintuig dan geuren waarneemt.

BASIS 3

HOREN EN ZIEN

- 7 Je kunt de delen van het oor benoemen met hun functie.**
- Oorschelp: vangt geluiden op.
 - Geluiden zijn trillingen van de lucht.
 - Gehoorgang: geleidt geluiden naar het trommelvlies.
 - Oorsmeerkliertjes: produceren oorsmeer dat het trommelvlies soepel houdt.
 - Trommelvlies: wordt door geluiden in trilling gebracht.
 - Trommelholte: holte achter het trommelvlies, gevuld met lucht.
 - Gehoorbeentjes (hamer, aambeeld, stijgbeugel): geven de trillingen van het trommelvlies door aan een vlies (venster) in het slakkenhuis.
 - Slakkenhuis: bevat een vloeistof en zintuigcellen.
 - Onder invloed van de trillingen van de vloeistof ontstaan in de zintuigcellen impulsen.
 - Gehoorzenuw: geleidt impulsen naar de hersenen.
 - Buis van Eustachius: verbindt de trommelholte met de keelholte.
 - Bij slikken of gapen gaat de buis van Eustachius open. Hierdoor wordt de luchtdruk aan beide zijden van het trommelvlies weer gelijk.
- 8 Je kunt de bouw en werking van de delen van het oog beschrijven.**
- Organen rondom een oog:
 - Wenkbrauwen: zorgen ervoor dat zweet (vocht) langs de ogen loopt en niet erin.
 - Wimpers: beschermen de ogen tegen vuil en te fel licht.
 - Traanklieren: produceren traanvocht. Traanvocht beschermt de ogen tegen uitdroging en reinigt ze.
 - Traanvocht wordt afgevoerd naar de neusholte.
 - Delen van het oog:
 - Oogspieren: draaien het oog in de gewenste richting.
 - Harde oogvlies (wit): stevig, geeft bescherming.
 - Hoornvlies (doorzichtig): de voortzetting van het harde oogvlies aan de voorkant.
 - Vaatvlies: bevat veel bloedvaten; zorgt voor de voeding van een groot deel van het oog.
 - Iris (gekleurd): de voortzetting van het vaatvlies aan de voorkant.
 - Pupil: opening in de iris.
 - Lens: achter de iris en de pupil. De lens zorgt ervoor dat je scherp kunt zien.

- Netvlies: bevat zintuigcellen. In de zintuigcellen ontstaan onder invloed van lichtstralen impulsen.
- Gele vlek: plaats in het centrum van het netvlies. Met de zintuigcellen in de gele vlek kun je het scherpst zien.
- Oogzenuw: geleidt impulsen naar de hersenen.
- Blinde vlek: plaats van het netvlies waar de oogzenuw het oog verlaat. De blinde vlek bevat geen zintuigcellen.
- Glasachtig lichaam (geleiachtig): houdt het netvlies op zijn plaats.
- Het netvlies bevat twee typen zintuigcellen: staafjes en kegeltjes.

	Staafjes	Kegeltjes
De functie is	het zien van contrasten in zwart/grijs/wit.	het zien van kleuren.
De drempelwaarde is	laag.	hoog.
Ze worden gebruikt	in het licht en in de schemering.	in het licht.
Ze komen voor	verspreid over het hele netvlies, maar niet in de gele vlek.	vooral in de gele vlek en de directe omgeving daarvan.

- Functie van de pupilreflex: regelen van de hoeveelheid licht die op het netvlies valt.
 - De pupilreflex beschermt de zintuigcellen in het netvlies tegen te fel licht.
- Bijziend:
 - alleen dichtbij scherp zien
 - ooglens is te bol of de oogbol te lang (te diep)
 - beeld komt vóór het netvlies terecht
 - bril of contactlenzen met holle lenzen
- Verziend:
 - alleen veraf scherp zien
 - ooglens is te plat of de oogbol te kort
 - beeld komt achter het netvlies terecht
 - bril of contactlenzen met bolle lenzen

BASIS 4

HET ZENUWSTELSEL

9 Je kunt de bouw en functies van het zenuwstelsel beschrijven.

- Delen van het zenuwstelsel:
 - het centrale zenuwstelsel: hersenen en ruggenmerg
 - zenuwen
- Zenuwen verbinden alle delen van het lichaam met het centrale zenuwstelsel.
 - Delen van hoofd en hals zijn via zenuwen met de hersenen verbonden.
 - Delen van romp en ledematen zijn via zenuwen met het ruggenmerg verbonden.
- Functies van het zenuwstelsel:
 - verwerken van impulsen afkomstig van zintuigen
 - regelen van de werking van spieren en klieren
- Een klier is een orgaan dat bepaalde stoffen produceert.

10 Je kunt de bouw en functie van drie typen zenuwcellen en van zenuwen beschrijven.

- Bouw van een zenuwcel:
 - cellichaam met celkern
 - uitlopers die impulsen naar het cellichaam toe geleiden
 - uitlopers die impulsen van het cellichaam af geleiden
- Zenuw: een bundel uitlopers van zenuwcellen, omgeven door een stevige, beschermende laag.
 - Elke uitloper is omgeven door een dun, isolerend laagje.

- Gevoelszenuwcellen:
 - Functie: impulsen geleiden van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel.
 - De cellichamen liggen vlak bij het centrale zenuwstelsel.
 - Ze hebben één lange uitloper die impulsen naar het cellichaam toe geleidt.
- Bewegingszenuwcellen:
 - Functie: impulsen geleiden van het centrale zenuwstelsel naar spieren of klieren.
 - De cellichamen liggen in het centrale zenuwstelsel.
 - Ze hebben één lange uitloper die impulsen van het cellichaam af geleidt.
- Schakelcellen:
 - Functie: impulsen geleiden binnen het centrale zenuwstelsel.
 - Ze liggen in hun geheel in het centrale zenuwstelsel.

11 Je kunt een reflexboog beschrijven.

- Bij een bewuste reactie gaan de impulsen via de hersenen.
- Reflex: een vaste, snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel.
 - De snelheid is vaak nodig om het lichaam te beschermen tegen beschadigingen.
 - Voorbeelden: terugtrekreflex, kniepeesreflex, ooglidreflex, pupilreflex.
- In het ruggenmerg en de hersenen liggen schakelcellen: zenuwcellen die impulsen geleiden binnen het centrale zenuwstelsel (van de ene zenuw naar de andere).
- Reflexboog: de weg die impulsen afleggen bij een reflex.
 - Onder invloed van prikkels ontstaan in zintuigcellen impulsen.
 - Via zenuwcellen worden de impulsen naar schakelcellen in het ruggenmerg geleid.
 - Schakelcellen geleiden impulsen direct door naar zenuwcellen die verbonden zijn met de spieren.
 - Deze zenuwcellen geleiden impulsen naar spiercellen waardoor spieren zich samentrekken.
 - Schakelcellen geven ook impulsen af naar de hersenen, waardoor je je bewust wordt van de prikkel.

BASIS 5

GEDRAG

12 Je kunt uitleggen wat gedrag is.

- Gedrag: alles wat een mens of dier doet.
 - Gedrag bestaat uit handelingen die met elkaar samenhangen.
 - De handelingen hebben samen een doel.
 - Gedragssketen: handelingen die elkaar in een vaste volgorde opvolgen, waarbij het effect van de ene handeling leidt tot een volgende handeling.
- Gedrag wordt veroorzaakt door prikkels.
 - respons: een reactie op een prikkel
 - inwendige prikkel: een prikkel die in het lichaam ontstaat (bijv. honger)
 - uitwendige prikkel: een prikkel die van buiten het lichaam komt
 - motivatie: de bereidheid te reageren op prikkels

13 Je kunt uitleggen waardoor gedrag wordt bepaald.

- Gedrag wordt voor een deel bepaald door erfelijke factoren en is voor een deel aangeleerd.
- Sociaal gedrag: gedrag van soortgenoten ten opzichte van elkaar.
- Signaal: handeling bij sociaal gedrag die werkt als prikkel voor de volgende handeling van een soortgenoot, bijv. hand opsteken om te groeten.
 - Door signalen is communicatie tussen soortgenoten mogelijk.
- Mensen beoordelen hun gedrag en dat van anderen aan de hand van normen en waarden.
 - waarden: de dingen die mensen belangrijk vinden in het leven
 - normen: gedragsregels op basis van waarden

14 Je kunt het verschil benoemen tussen observatie en interpretatie van gedrag.

- Observatie van gedrag: wat je feitelijk waarneemt.
- Interpretatie van gedrag: wat je denkt dat het betekent.

BASIS 6

REGELING**15 Je kunt benoemen wat terugkoppeling is en hiervan voorbeelden geven.**

- Het hormoonstelsel bestaat uit hormoonklieren die hormonen produceren.
 - Hormoonklieren geven hormonen af aan het bloed.
 - Hormonen zijn stoffen die de werking van organen regelen.
- Eilandjes van Langerhans: in de alvleesklier.
- Bijniere: als kapjes op de nieren.
- Terugkoppeling: het resultaat van een proces is de oorzaak van bijsturing van het proces.

16 Je kunt de werking van adrenaline, glucagon en insuline benoemen.

- De eilandjes van Langerhans produceren insuline en glucagon.
 - Insuline en glucagon regelen het glucosegehalte van het bloed (de bloedsuikerspiegel). Het glucosegehalte wordt min of meer constant gehouden.
 - Bij een hoog glucosegehalte van het bloed produceren de eilandjes van Langerhans veel insuline. Onder invloed van insuline wordt glucose in de lever en in spieren omgezet in glycogeen. Glycogeen wordt opgeslagen.
 - Bij een laag glucosegehalte van het bloed produceren de eilandjes van Langerhans veel glucagon. Onder invloed van glucagon wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed.
- De bijniere geven het hormoon adrenaline af als je boos of bang bent of schrikt.
 - Onder invloed van adrenaline wordt glycogeen in de lever omgezet in glucose.
 - Het hart gaat sneller kloppen en de ademhaling wordt sneller.
 - Adrenaline maakt het lichaam klaar voor een snelle reactie.
 - Adrenaline is het enige hormoon met een snelle, kortdurende werking.

EXTRA 7

DE HERSENEN (VERDIEPING)**17 Je kunt de delen van de hersenen noemen met hun functies en kenmerken.**

- De hersenen bestaan uit de grote hersenen, de kleine hersenen en de hersenstam.
- Bouw van de grote hersenen en van de kleine hersenen:
 - schors: aan de buitenkant, grijs van kleur, bevat veel cellichamen van schakelcellen
 - merg: aan de binnenkant, lichter van kleur, bevat veel uitlopers van schakelcellen
- Functies van de grote hersenen:
 - verwerken van impulsen afkomstig van zintuigen (bewuste gewaarwordingen)
 - regelen van gewilde bewegingen (bewuste reacties)
- Hersencentra: delen van de grote hersenen met speciale functies.
 - In gevoelscentra (bijv. gehoorcentra, gezichtscentra) worden binnenkomende impulsen verwerkt. De plaats waar impulsen aankomen en worden verwerkt, bepaalt van welke prikkel je je bewust wordt.
 - In bewegingscentra (bijv. schrijfcentra, spreekcentra) ontstaan impulsen voor gewilde bewegingen (bewuste reacties).
- Functie van de kleine hersenen:
 - coördineren van bewegingen (o.a. het handhaven van het evenwicht)

- Functies van de hersenstam:
 - geleiden van impulsen van het ruggenmerg naar de grote en kleine hersenen en omgekeerd
 - geleiden van impulsen van zenuwen in hoofd en hals naar de grote en kleine hersenen en omgekeerd

EXTRA 8

GEHOORSCHADE (VERBREDING)**18 Je kunt uitleggen dat hard geluid kan leiden tot gehoorschade.**

- Geluiden zijn trillingen van de lucht.
- Geluidsfrequentie: snelheid waarmee geluidstrillingen elkaar opvolgen.
 - Geluidsfrequentie (toonhoogte) wordt uitgedrukt in hertz (Hz).
 - Hoge geluidsfrequentie: snelle trilling, hoge toon.
 - Lage geluidsfrequentie: langzame trilling, lage toon.
 - Ouderen horen steeds minder goed hoge tonen.
- Volume (geluidssterkte) wordt uitgedrukt in decibel (dB).
 - grote amplitude (uitslag): hard geluid
 - kleine amplitude: zacht geluid
- Door te lang en te hard geluid ontstaat gehoorschade.
 - De trilharen van de zintuigcellen raken beschadigd.
 - Het gehoorzintuig werkt niet goed meer, er kan een constante piep ontstaan (tinnitus).
- Om gehoorschade te voorkomen, moet je voorzorgsmaatregelen nemen.
 - niet te hard, niet te lang en indien nodig gehoorbescherming
- Slakkenhuis: bevat vloeistof, het basilair membraan en zintuigcellen.
 - Trillingen van de vloeistof worden overgebracht op het basilair membraan, dat vervolgens zintuigcellen prikkelt waardoor impulsen ontstaan.
 - Bij elke geluidsfrequentie trilt een specifiek gedeelte van het basilair membraan: van hoge geluidsfrequenties vooraan in het slakkenhuis aflopend naar lage geluidsfrequenties achterin.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA**19 Je kunt een onderzoeksvraag formuleren.****20 Je kunt een hypothese formuleren.****21 Je kunt een ethogram en een protocol maken.**

 Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

6

Voortplanting bij planten en dieren

Zaadplanten hebben bloemen, waaruit vruchten met zaden kunnen ontstaan. Bij bevruchting versmelten een mannelijke en een vrouwelijke geslachtscel. Bij sommige zaadplanten is ook voortplanting zonder bevruchting mogelijk.

BASISSTOF

1	Bloemen	180
2	Bestuiving	186
3	Bevruchting	193
4	Vruchten en zaden	198
5	Ongeslachtelijke voortplanting	205
6	Geslachtelijke voortplanting	213
	Samenhang	222
	<i>Mot gaat tot het gaatje</i>	

EXTRA STOF

7	Verspreiding van zaden	225
8	Mannelijke en vrouwelijke organen	230

ONDERZOEK

Leren onderzoeken	234
Practica	236

AFSLUITING

Samenvatting	247
Diagnostische toets	





1 Bloemen

LEERDOEL

6.1.1 Je kunt de delen van een bloem benoemen met hun kenmerken en functies. ► Practica 1, 2 en 3

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	6.1.1	1.5.11**	1.5.12**	3.2.5**	3.4.8**
Onthouden	1, 3				
Begrijpen	2, 4				
Toepassen	5ac, 7a	8b	8b	8b	
Analyseren	5b, 6, 7bc, 8ad	7b	8c		8a

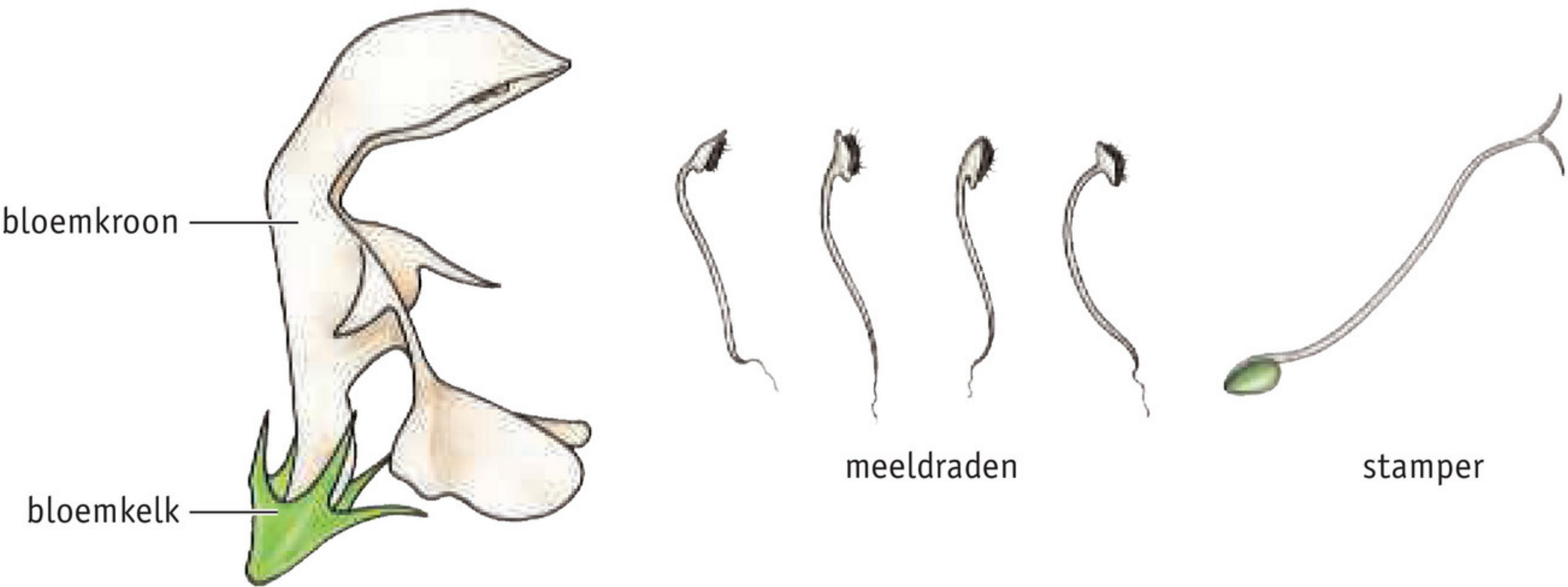
**Dit leerdoel vind je in een ander thema.

In Nederland worden heel veel bloemen gekweekt en verkocht. Je kunt ze overal op de wereld tegenkomen. De grootste veiling voor bloemen staat zelfs in Nederland.

EEN BLOEM

Bloemen zijn organen van planten. De functie van bloemen is voortplanten. De bloem van een witte dovenetel bestaat uit een groen gedeelte en een wit gedeelte (zie afbeelding 1). Het groene gedeelte heet de **bloemkelk** en het witte gedeelte de **bloemkroon**. In de bloem zitten de voortplantingsorganen: de meeldraden en de stamper.

Afb. 1 Delen van een bloem van de witte dovenetel.



De bloemkelk bestaat uit **kelkbladeren**. Deze zijn meestal groen. Bij sommige planten zitten de kelkbladeren aan elkaar vast. Dat heet vergroeid. Als de bloem nog in de knop zit, beschermt de bloemkelk de rest van de bloem tegen uitdroging en kou.

De bloemkroon bestaat uit **kroonbladeren**. Bij veel planten zijn de kroonbladeren groot en opvallend gekleurd (zie afbeelding 2.1). Hun functie is dan het lokken van insecten, die zorgen voor bestuiving. Bij andere planten zijn de kroonbladeren klein en groen, bijvoorbeeld bij grassen (zie afbeelding 2.2). Net als de kelkbladeren kunnen ook de kroonbladeren vergroeid zijn of los van elkaar zitten.

Afb. 2



1 klaprozen

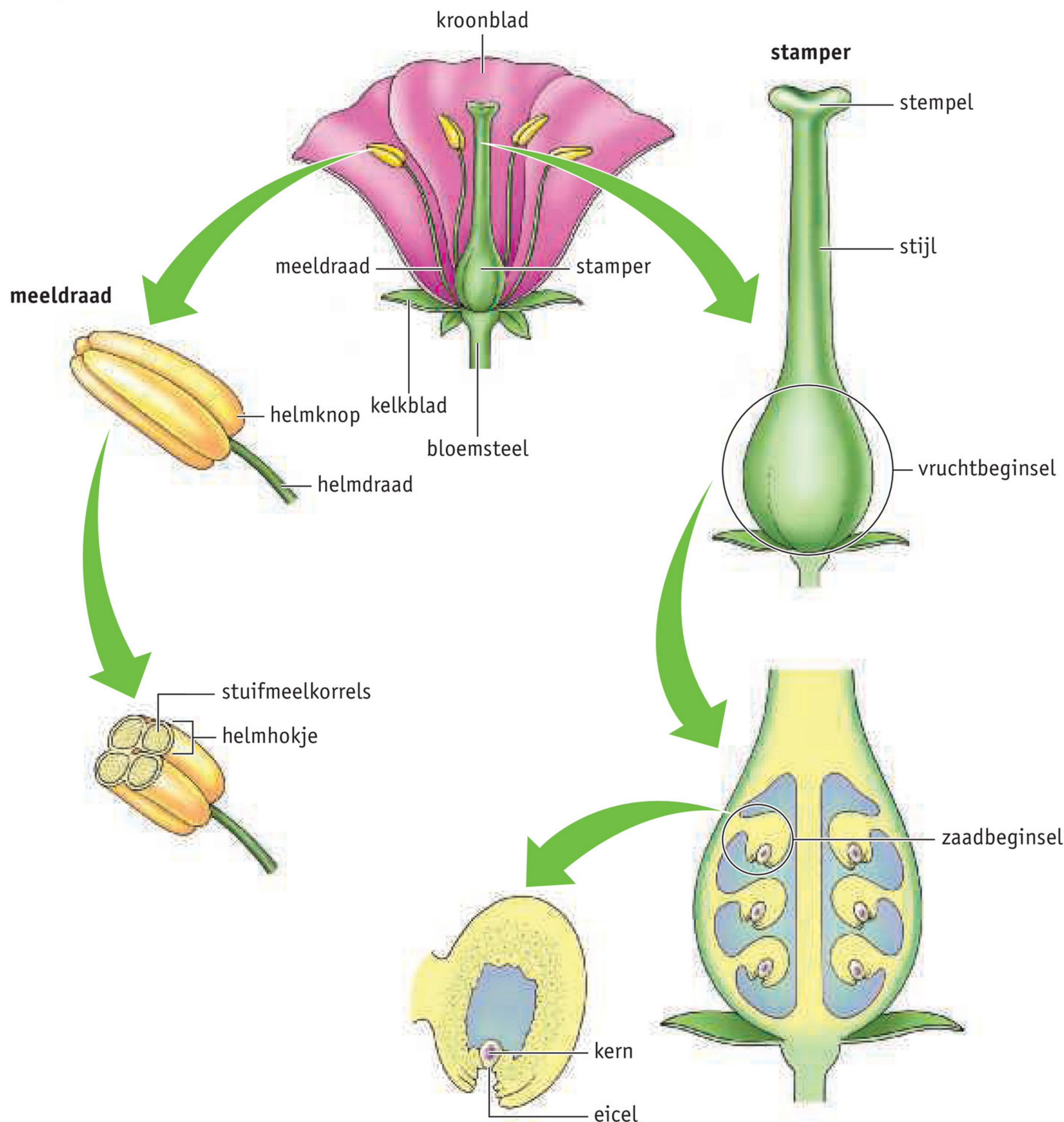


2 bloemen van gras

DE BOUW EN FUNCTIE VAN BLOEMEN

Bloemen kunnen er heel verschillend uitzien. Toch hebben de meeste bloemen ongeveer dezelfde bouw. In afbeelding 3 is een bloem schematisch getekend.

Afb. 3 De bouw van een bloem.



De **meeldraden** zijn de mannelijke voortplantingsorganen van een plant. Een meeldraad bestaat uit een **helmdraad** en een **helmknop**. De helmknop bestaat uit **helmhokjes**, waarin stuifmeel ontstaat.

Stuifmeel wordt ook wel pollen genoemd. Stuifmeel bestaat uit heel kleine korrels: de stuifmeelkorrels. **Stuifmeelkorrels** zijn de mannelijke geslachtscellen van een plant. Als de helmhokjes openspringen, komen de stuifmeelkorrels vrij.

De **stamper** is het vrouwelijke voortplantingsorgaan van een plant. Bij veel plantensoorten hebben de bloemen maar één stamper, maar er zijn ook plantensoorten met meerdere stampers in de bloemen.

Een stamper bestaat meestal uit een **stempel**, een **stijl** en een **vruchtbeginsel**. In het vruchtbeginsel zitten een of meer **zaadbeginsels**. In elk zaadbeginsel ontstaat één eicel. Een **eicel** is een vrouwelijke geslachtscel. In elke eicel zit een celkern. Ook stuifmeelkorrels hebben een celkern.

KENNIS

1

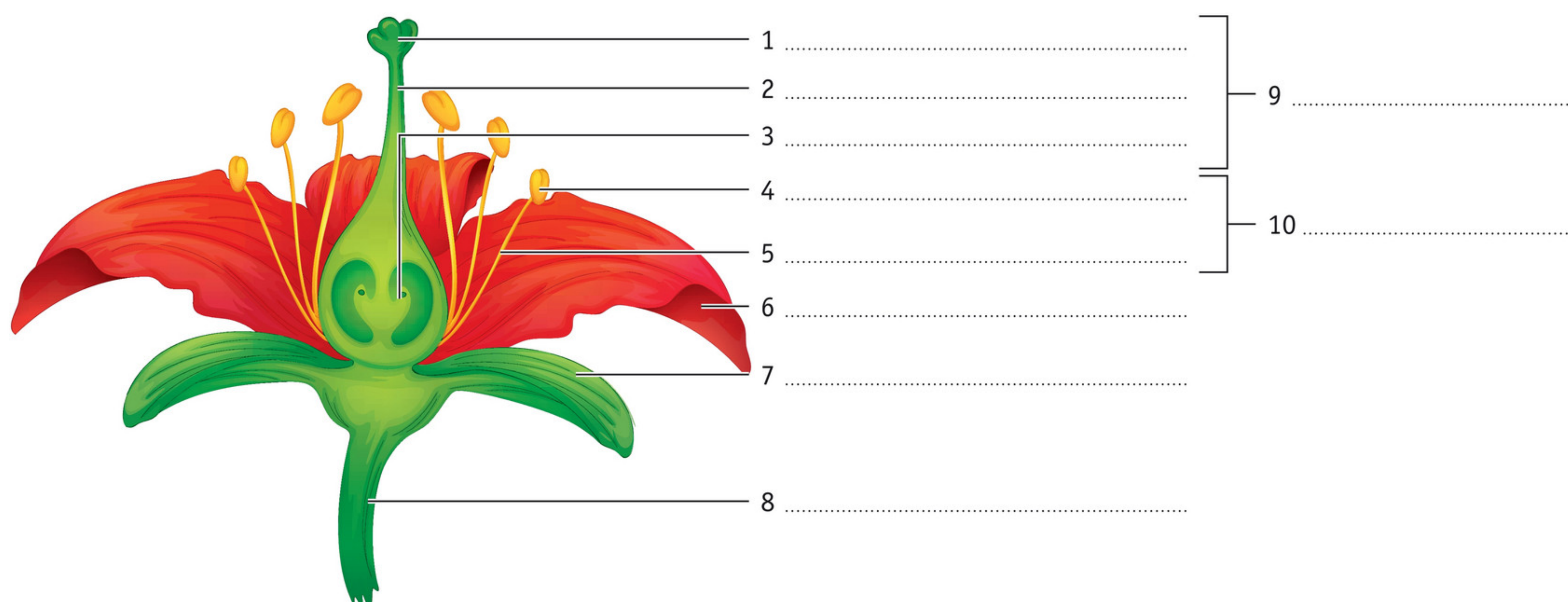
Veel bloemen hebben een groen deel en een gekleurd deel.

- a Wat is de functie van bloemen?
- b De bloemkelk is meestal *gekleurd* / *groen* en de bloemkroon is meestal *gekleurd* / *groen*.
- c De bladeren van de bloemkelk heten en de bladeren van de bloemkroon heten
- d Wat is de functie van de bloemkelk?
- e Wat is de functie van een grote, opvallende bloemkroon?

2

In afbeelding 4 zie je een schematische tekening van een bloem. Zet de namen bij de genummerde delen.

Afb. 4



3

- a De meeldraden zijn de *mannelijke* / *vrouwelijke* voortplantingsorganen en de stampers zijn de *mannelijke* / *vrouwelijke* voortplantingsorganen van een plant.
- b De mannelijke geslachtscellen van een plant heten
 Ze worden gevormd in die zich bevinden in de
- c Een vrouwelijke geslachtscel heet een
 Deze wordt gevormd in een dat zich bevindt in het
- d 1 Heeft een eikel een celkern? *ja / nee*
 2 Heeft een stuifmeelkorrel een celkern? *ja / nee*
- e Een ander woord voor stuifmeel is

4

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof met behulp van afbeelding 5. Vergeet de functies van de delen niet.

Afb. 5

**INZICHT**

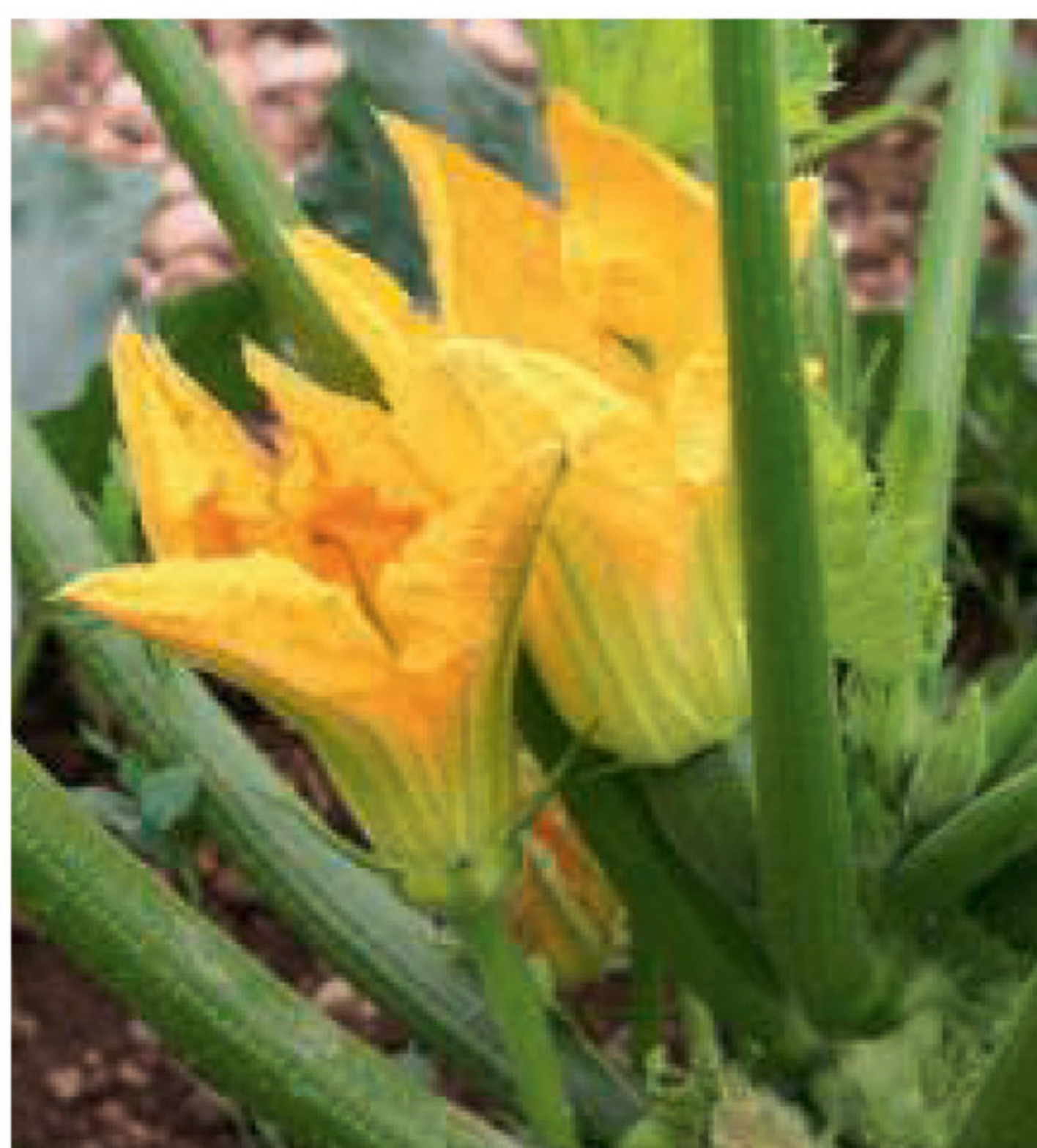
5



In afbeelding 6 zie je een foto van een courgetteplant met twee bloemen.

- a** Geef in de afbeelding de kelkbladeren aan.
- b** De bloemen van een courgetteplant zijn óf mannelijk óf vrouwelijk. De mannelijke bloemen hebben alleen meeldraden, de vrouwelijke alleen een stamper. Het vruchtbeginsel is een deel van de stamper.
Welke is de vrouwelijke bloem: de linker- of de rechterbloem? Leg je antwoord uit.
- c** Produceren beide bloemen stuifmeel? Leg je antwoord uit.

Afb. 6 Courgetteplant met twee bloemen.



6

De bloemkelk is vaak groen.
Welk voordeel heeft dit voor de plant?

+ 7

In het vroege voorjaar verschijnen langs oevers, sloten en vijvers de bloemen van groot hoefblad (zie afbeelding 7).

- a Bekijk de bloemen van deze plant.
Welke verschillen zie je met bijvoorbeeld de bloem van een roos of een tulp?
- b Bij groot hoefblad ontstaan in het voorjaar eerst de bloemen. Pas als de bloemen verwelken, zie je de eerste groene bladeren. Bij de meeste planten is dat andersom. Leg uit waarom bij de meeste planten eerst de bladeren verschijnen en daarna pas de bloemen.
- c Waar haalt groot hoefblad de stoffen vandaan die hij nodig heeft om bloemen te maken? Leg je antwoord uit.

Afb. 7 Groot hoefblad.



SAMENHANG leefwereld

DE GROOTSTE BLOEM TER WERELD

De grootste bloem op aarde is die van een plant met de wetenschappelijke naam *Rafflesia arnoldii*. Dit is een zeldzame zaadplant die voorkomt in de regenwouden van Sumatra en Borneo. De plant bestaat alleen uit een enorme bloem en heeft geen wortels, bladeren of stengels. Pas in 2007 is het wetenschappers van Harvard University gelukt om door DNA-onderzoek de plant in te delen bij de wolfsmelkfamilie (Euphobiaceae), waartoe ook de bekende kerststerren behoren. De indrukwekkende gespikkelde bloemen kunnen groeien tot een diameter van ruim een meter, wegen soms wel tien kilo en stinken naar rottend vlees. De stank trekt aasvliegen aan. Daarnaast is de plant een parasiet. Een parasiet leeft ten koste van een ander organisme, waarmee hij samenleeft. De *Rafflesia arnoldii* haalt voedsel uit de bovengrondse wortels van andere planten, vooral lianen.

Naar: 'Grootste bloem ter wereld eindelijk juist ingedeeld', de Volkskrant, 11 januari 2007.

Afb. 8 *Rafflesia arnoldii*.



8

Lees de tekst 'De grootste bloem ter wereld'.

In afbeelding 8 zie je een bloem van de *Rafflesia arnoldii*.

- a** Leg uit waarom wetenschappers zo veel moeite hadden om deze plant goed in te delen.
- b** Wetenschappers zijn er door DNA-onderzoek achter gekomen dat de voorouders van deze plant nog wel bladgroenkorrels hadden, maar dat dit in de loop van de evolutie is verdwenen door variatie en selectie.
Leg uit dat de *Rafflesia arnoldii* geen bladgroenkorrels meer nodig heeft.
- c** *Rafflesia arnoldii* kan goed groeien op de bodem van het donkere regenwoud.
Kruidachtige planten kunnen dat minder goed.
Leg uit hoe dat komt.
- d** Leg uit waarom de plant de geur van rottend vlees verspreidt.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

2 Bestuiving

LEERDOELEN

- 6.2.2 Je kunt beschrijven wat bestuiving is.
- 6.2.3 Je kunt het verschil benoemen tussen kruisbestuiving en zelfbestuiving.
- 6.2.4 Je kunt de kenmerken noemen van insectenbloemen en van windbloemen.
- Leren onderzoeken 1
- Practica 4 en 5

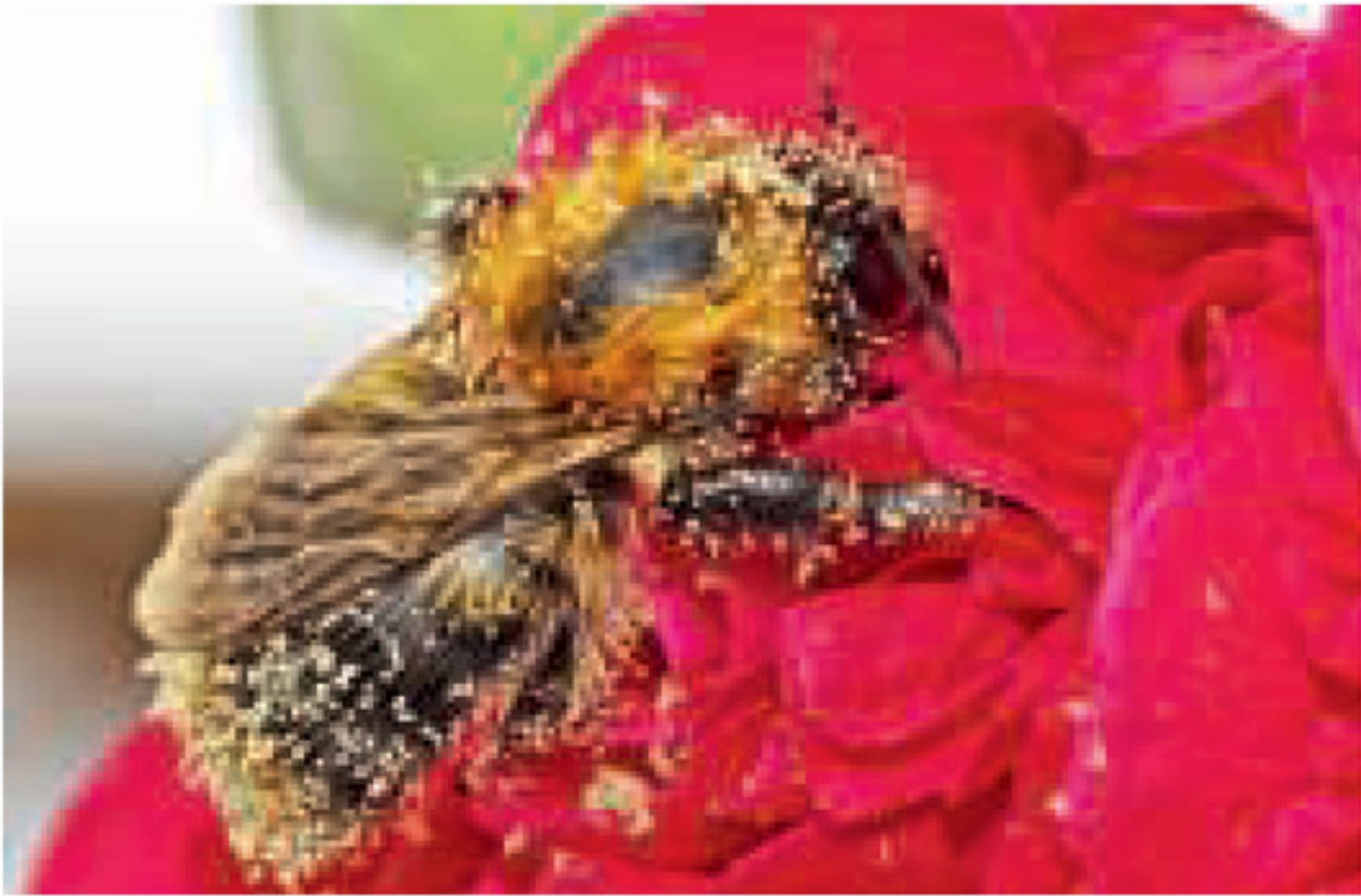
TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	6.2.2	6.2.3	6.2.4
Onthouden	1ab	2	3abcd
Begrijpen	1cd, 4	4	4
Toepassen	5, 6a	6abc	3e, 10ac
Analyseren		9	7, 8, 10bd

Veel bloemen hebben grote en opvallend gekleurde kroonbladeren. Daarmee lokken ze insecten. Insecten komen ook af op de geur en op de nectar.

NECTAR EN STUIFMEEL

De witte dovenetel maar ook veel andere bloemen vormen nectar. Nectar is een zoet sap dat insecten aantrekt. Bijen verzamelen nectar en maken er honing van voor hun jongen (de larven). Bij het verzamelen van nectar raakt een bij vaak bedekt met stuifmeel (zie afbeelding 1). Als de bij naar een andere bloem vliegt, neemt hij het stuifmeel mee. Op die manier komt het stuifmeel op de andere bloem terecht. Ook kolibries en sommige vleermuizen verspreiden stuifmeel.

Afb. 1 Stuifmeelverspreiders.



1 bij



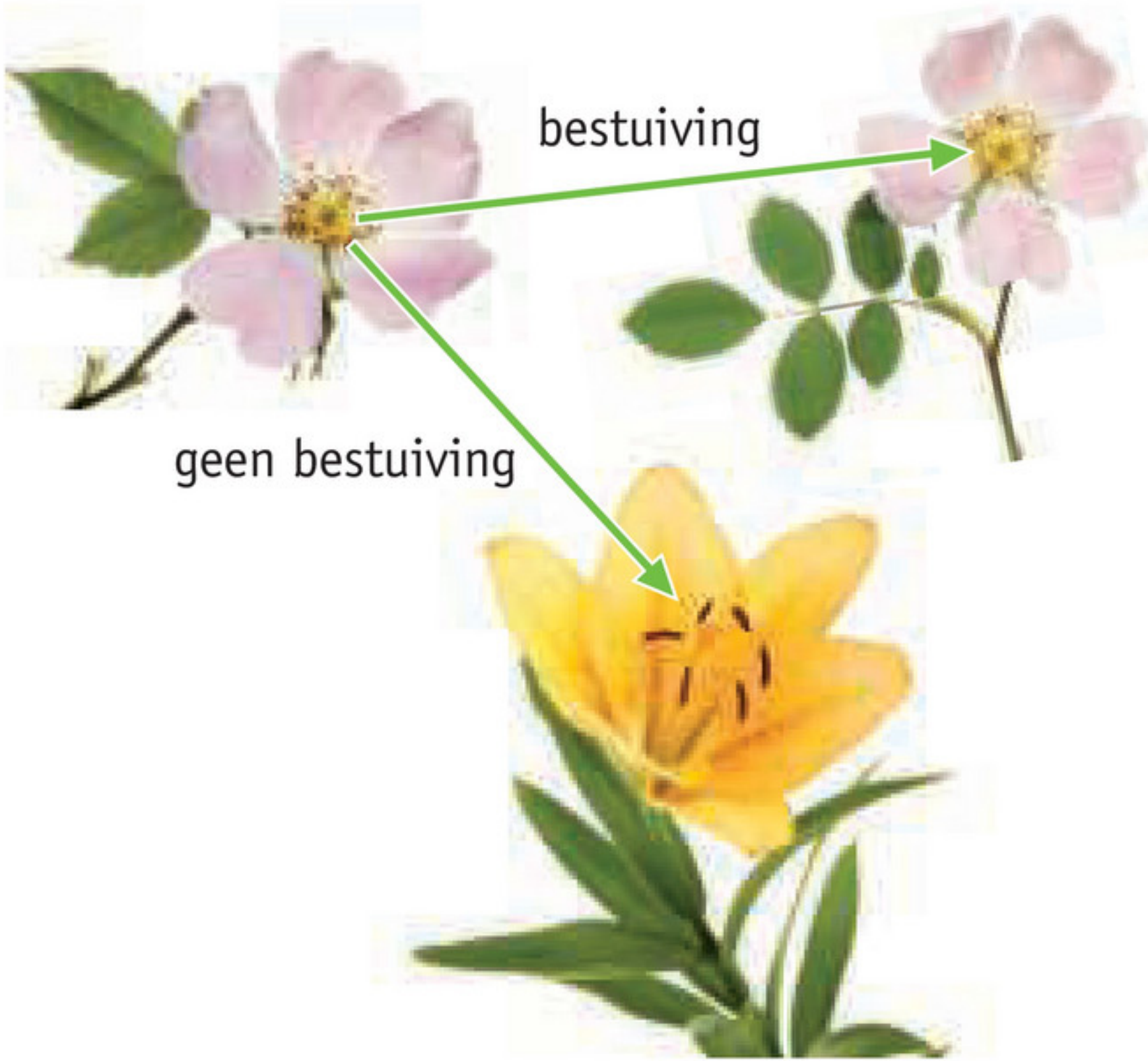
2 kolibrie



3 vleermuis

Het overbrengen van stuifmeel van een meeldraad op een stempel heet bestuiving. Stuifmeelkorrels moeten dan wel terechtkomen op de stempel van een bloem van dezelfde plantensoort. Als stuifmeel terechtkomt op de stempel van een bloem van een andere plantensoort, is dat geen bestuiving (zie afbeelding 2).

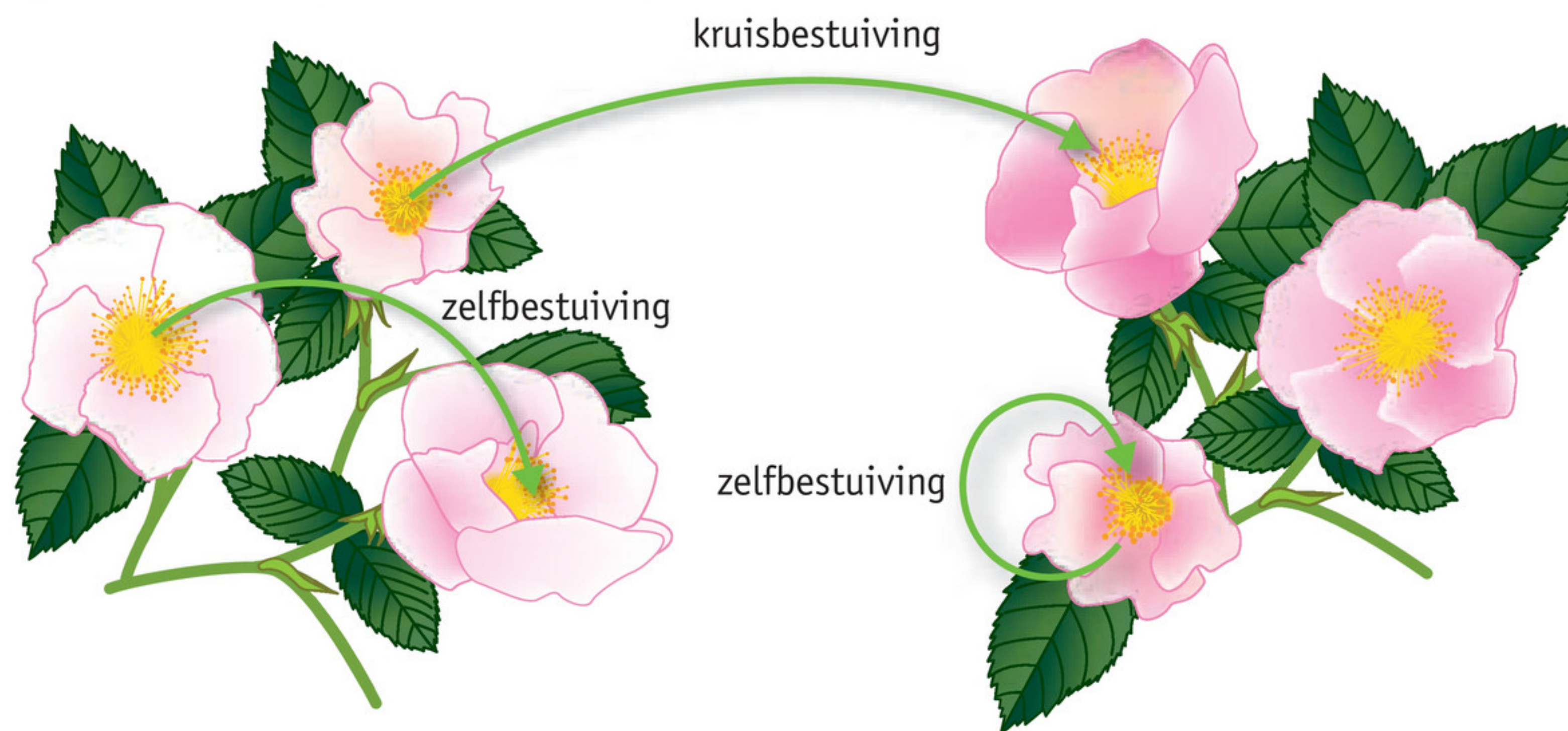
Afb. 2 Wel en geen bestuiving.



KRUISBESTUIVING EN ZELFBESTUIVING

Veel bloemen hebben zowel meeldraden als een stamper. Stuifmeel van de meeldraden kan dan terechtkomen op de stempel van de stamper in dezelfde bloem. Dit heet **zelfbestuiving**. Sommige planten hebben meerdere bloemen. Stuifmeel kan dan ook van de ene bloem terechtkomen op de stempel van een andere bloem aan dezelfde plant. Ook dat heet zelfbestuiving. Stuifmeel kan ook terechtkomen op stempels van bloemen aan een andere plant (van dezelfde soort). Dat heet **kruisbestuiving** (zie afbeelding 3).

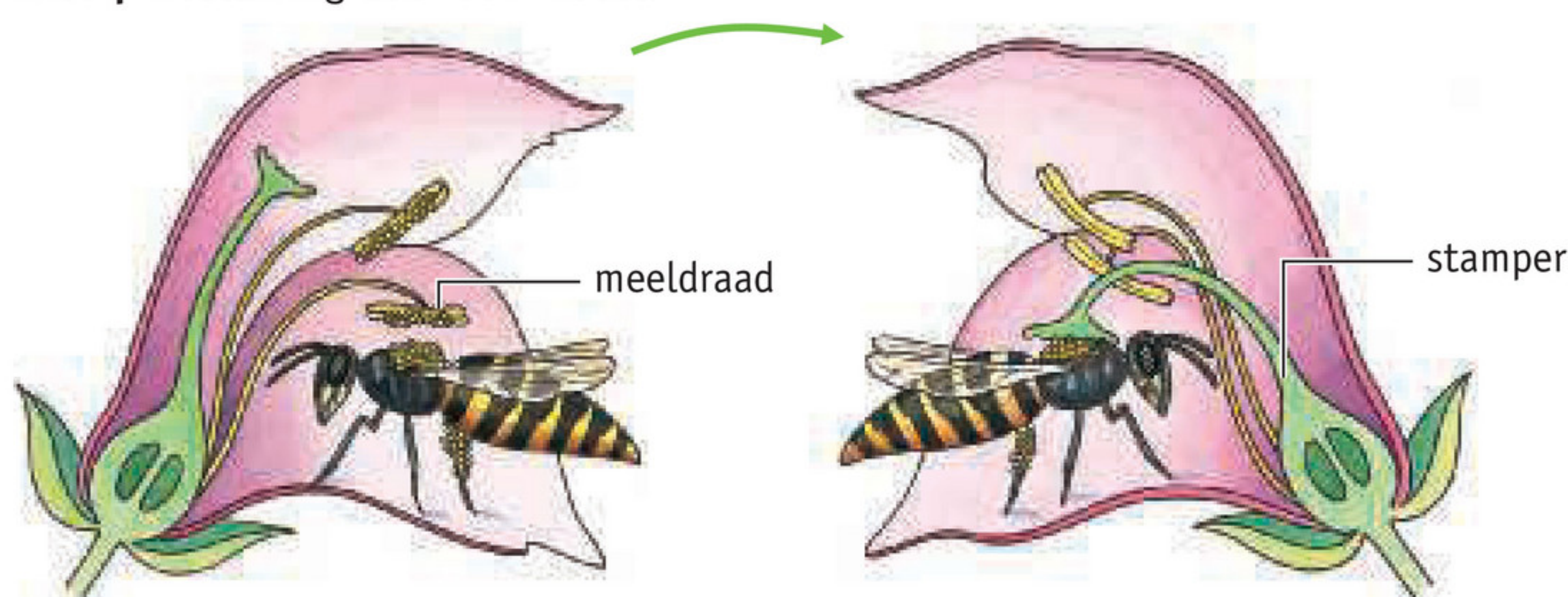
Afb. 3 Kruisbestuiving en zelfbestuiving.



INSECTENBLOEMEN EN WINDBLOEMEN

Bloemen waarbij insecten voor de bestuiving zorgen, heten **insectenbloemen**. Insectenbloemen hebben meestal grote en opvallend gekleurde kroonbladeren om insecten te lokken. Insecten komen ook af op de geur en op de nectar. Het stuifmeel blijft aan hun lichaam kleven. In de volgende bloem komen ze met hun lichaam tegen de stempel (zie afbeelding 4). Er blijven dan stuifmeelkorrels aan de stempel plakken. Op deze manier kan één insect tientallen bloemen bestuiven.

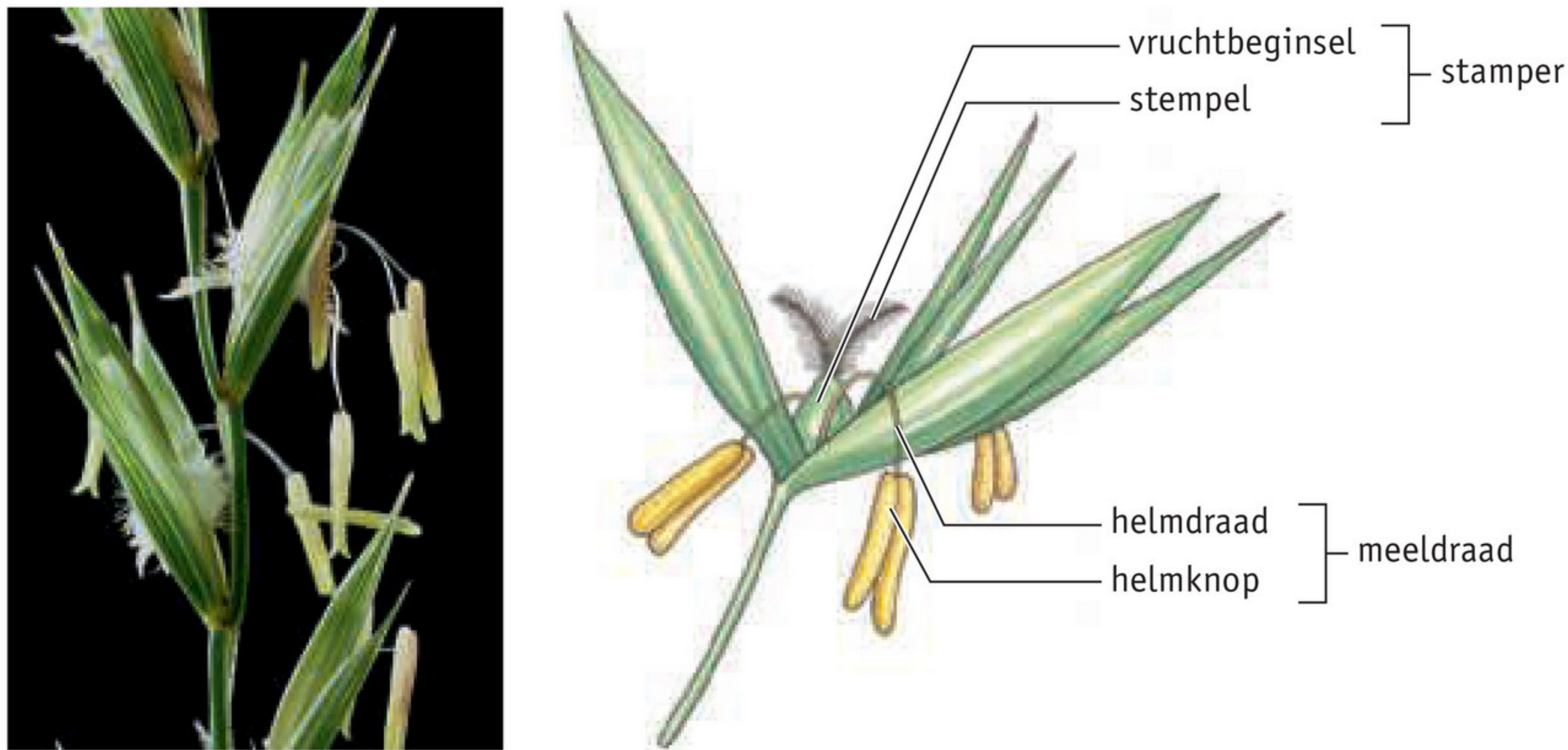
Afb. 4 Bestuiving door een insect.



Bij andere bloemen zorgt de wind voor de bestuiving. Dit zijn **windbloemen**. Windbloemen zijn vaak klein en onopvallend gekleurd. De kroonbladeren zijn meestal groen. Bij windbloemen blaast de wind het stuifmeel van de meeldraden weg. Het stuifmeel kan dan bij toeval op een stempel van een bloem van dezelfde plantensoort terechtkomen. Die kans is klein. Windbloemen maken dan ook veel stuifmeel in verhouding tot insectenbloemen.

Bij windbloemen hangen de helmknoppen vaak buiten de bloem, zodat de wind het stuifmeel gemakkelijk kan wegblazen (zie afbeelding 5). De grote, veervormige stempels steken meestal buiten de bloem uit. Dat maakt de kans op bestuiving groter.

Afb. 5 Bloemen van een grasplant (*Agropyron repens*).

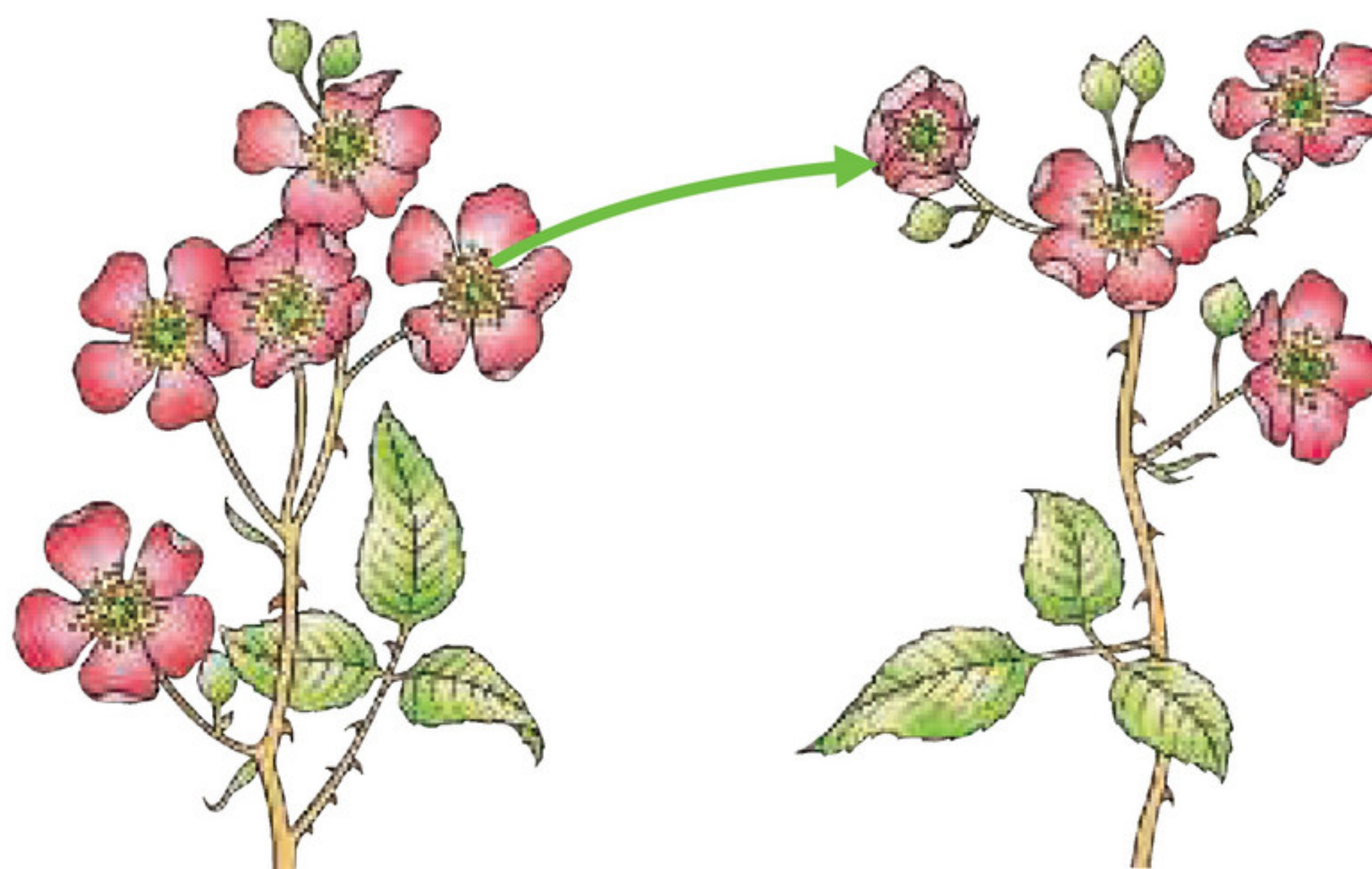


KENNIS

1

- a Bijen bezoeken bloemen om te halen om honing voor hun jongen te maken. Daarbij raakt een bij vaak bedekt met
- b Wat is bestuiving?
- c Leg uit dat één insect tientallen bloemen kan bestuiven.
- d In afbeelding 6 zie je twee rozenstruiken. De pijl geeft aan dat er stuifmeel op een stempel komt.
Leg uit dat in dit geval bestuiving plaatsvindt. Geef twee voorwaarden waaraan is voldaan.

Afb. 6



2

- a Als stuifmeel van de meeldraden terechtkomt op de stempel van dezelfde bloem, is dat
- b Als stuifmeel terechtkomt op de stempel van een bloem aan een andere plant van dezelfde soort, is dat

3

- a

De kroonbladeren van insectenbloemen zijn meestal *groot / klein* en *onopvallend / opvallend*.
- b

De kroonbladeren van windbloemen zijn meestal *groot / klein* en *onopvallend / opvallend*.
- c

Insectenbloemen maken *meer / minder* stuifmeel dan windbloemen.
- d

1

De helmknoppen hangen buiten de bloem.

insectenbloemen / windbloemen

2

De stempels steken buiten de bloem uit.

insectenbloemen / windbloemen

3

De stempels zijn klein.

insectenbloemen / windbloemen

4

De stempels zitten binnen de bloem.

insectenbloemen / windbloemen

5

De stempels zijn veervormig.

insectenbloemen / windbloemen
- e

In afbeelding 7 zie je de bloemen van vijf verschillende planten.

1

Planten *A / B / C / D / E* hebben insectenbloemen.

2

Planten *A / B / C / D / E* hebben windbloemen.

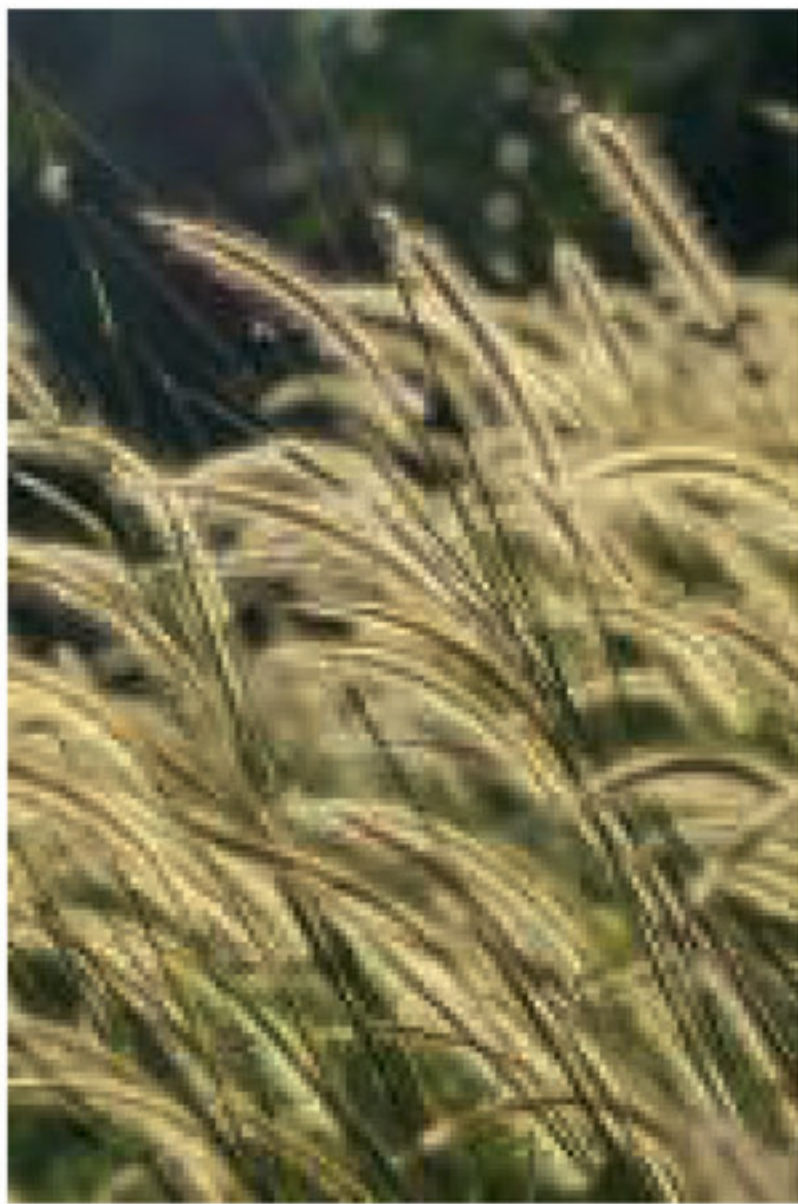
Afb. 7



A



B



C



D



E

4

Samenvatting

Maak een samenvatting van deze basisstof.



- Bestuiving:
- Zelfbestuiving:
- Kruisbestuiving:

	Insectenbloemen	Windbloemen
Bloemen		
Geur		
Helmknoppen		
Kroonbladeren		
Nectar		
Stempels		
Stuifmeel		

INZICHT

5

In afbeelding 8 zie je een roos, twee klokbloemen (campanula's) en vier verschillende situaties.

Geef bij elke situatie aan wat plaatsvindt: geen bestuiving, zelfbestuiving of kruisbestuiving en leg je antwoord uit.

Situatie 1:

.....

Situatie 2:

.....

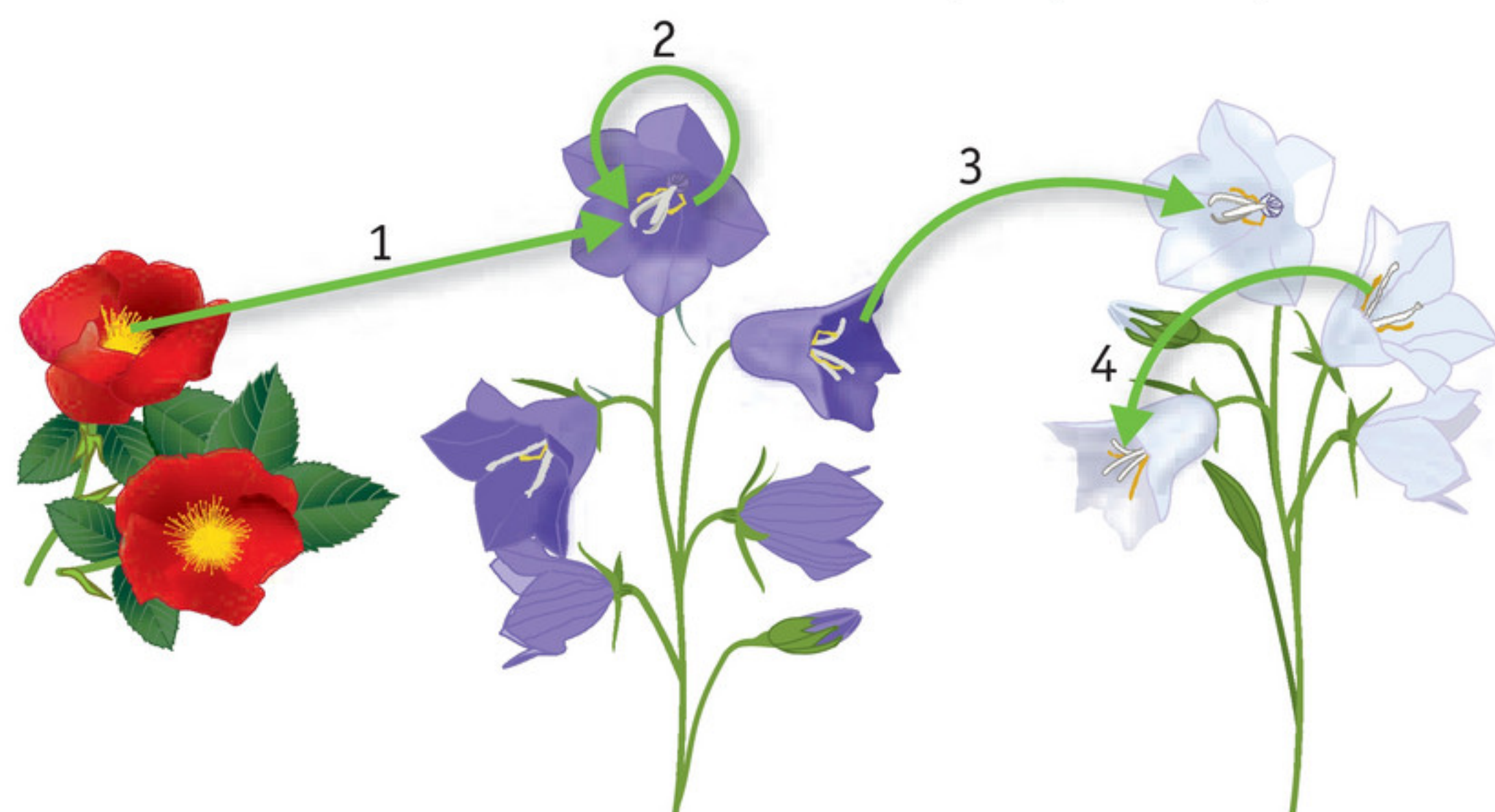
Situatie 3:

.....

Situatie 4:

.....

Afb. 8 Een roos en twee klokbloemen (campanula's).

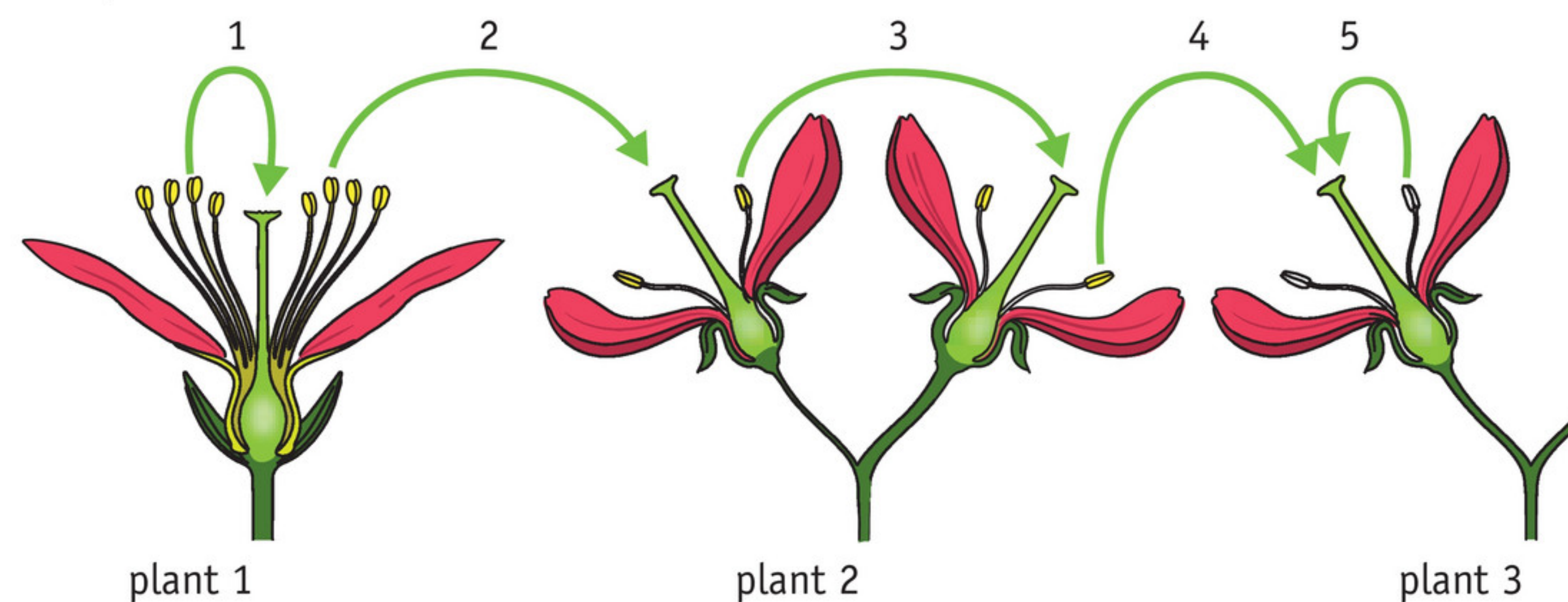


6

In afbeelding 9 zie je de bloemen van drie planten. Plant 2 en 3 zijn van dezelfde soort. Met pijlen is het overbrengen van stuifmeel weergegeven.

- | | |
|--|-------------------|
| a Bij welk(e) nummer(s) vindt zelfbestuiving plaats? | 1 / 2 / 3 / 4 / 5 |
| b Bij welk(e) nummer(s) vindt kruisbestuiving plaats? | 1 / 2 / 3 / 4 / 5 |
| c Bij welk(e) nummer(s) vindt geen bestuiving plaats? | 1 / 2 / 3 / 4 / 5 |

Afb. 9



7

Akker- en tuinhommels kunnen met hun lange tong gemakkelijk nectar uit diepe bloemen halen. De aardhommel heeft niet zo'n lange tong, maar heeft een handige manier bedacht om toch bij diepliggende nectar te kunnen (zie afbeelding 10). De hommel bijt vanaf de buitenkant een gaatje aan de voet van de bloem en zuigt zo de nectar op.

Leg uit welk nadeel dit 'inbreken' door aardhommels heeft voor de plant.

Afb. 10 Een aardhommel bijt een gaatje in een bloem.

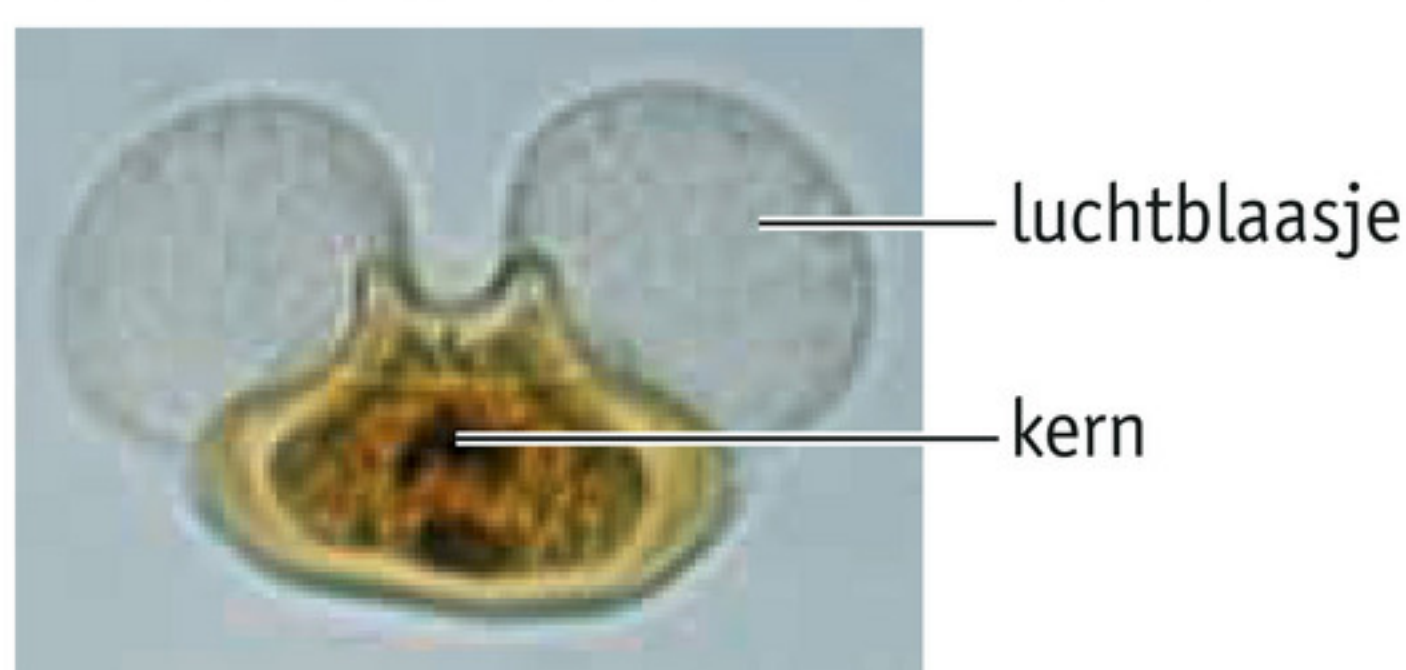


8

Afbeelding 11 is een foto van een stuifmeelkorrel van een den.

- a** Wordt bij een den het stuifmeel verspreid door insecten of door de wind? Leg je antwoord uit.
- b** Stuifmeelkorrels van insectenbloemen zijn meestal ruw en kleverig, die van windbloemen zijn licht en glad.
Wat is het voordeel hiervan?

Afb. 11 Stuifmeelkorrel van een den.



+ 9

Biologen hebben ontdekt dat er twee typen avocabloemen zijn. Bij het ene type kan de stempel alleen op één specifieke ochtend stuifmeel ontvangen, terwijl de meeldraden van deze bloem pas rond de middag van diezelfde dag rijp zijn (in staat zijn om stuifmeel te verspreiden). Bij het andere type kunnen de stempels juist op één namiddag stuifmeel ontvangen, terwijl hun meeldraden pas de ochtend van de daaropvolgende dag rijp zijn. Elke avocadoplant heeft altijd maar één van de twee typen bloemen.
Wat is de functie van dit verschil in bloemtype?

SAMENHANG wetenschap

BESTUIVING DOOR KNAAGDIEREN

Bloemen worden niet alleen door bijen en vogels bestoven, maar ook door zoogdieren zoals vleermuizen. Een bijzonder voorbeeld van een plant die door zoogdieren wordt bestoven, is de Zuid-Afrikaanse bavianenschoen (*Massonia bifolia*, zie afbeelding 12). De bloemen zijn witgroen gekleurd. De helmdraden zijn heel stevig en vormen samen een kommetje met daarin een stroperige nectar die een beetje naar ranzige (zure) boter ruikt. Hiermee weet de plant vooral de Namakwalandse klipmuis te lokken (zie afbeelding 13).

Bron: ‘Behind the image: A sticky snack for mice’, Alanna Orpen, 29 augustus 2016, BioMed Central.

Afb. 12 Een bavianenschoen.



Afb. 13 Een klipmuis bij de bloem.



10

- Lees de tekst ‘Bestuiving door knaagdieren’.
- De bloem van een bavianenschoen heeft zowel kenmerken van insectenbloemen als van windbloemen.
- a Geef van elk kenmerk een voorbeeld.
 - b De bestuivende klipmuis werd in 2014 op camera vastgelegd door biologe Petra Wester. Voor die tijd vermoedde ze al dat andere dieren dan insecten verantwoordelijk waren voor de bestuiving van de bavianenschoen. Leg dat vermoeden uit aan de hand van de bouw en het uiterlijk van de bloem.

- c Delen van de bloem, zoals de helmdraden, zijn steviger dan die van insectenbloemen. Leg uit wat hiervan het voordeel is voor de plant.
- d De nectar in het kommetje van de bavianenschoenbloem is dik en stroperig. Hierdoor kunnen de knaagdieren de nectar niet in één keer opdrinken. Ze moeten relatief veel moeite doen om de nectar binnen te krijgen. Leg uit dat dit gunstig is voor de bestuiving van de bavianenschoen.

3 Bevruchting

LEERDOELEN

6.3.5 Je kunt beschrijven hoe de bevruchting bij zaadplanten verloopt.

► Practicum 6

6.3.6 Je kunt de veranderingen in het zaadbeginsel na bevruchting beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	6.3.5	6.3.6	1.2.6**	1.5.12**	6.1.1*	6.2.2*	6.2.3*
Onthouden	1abc	3a					
Begrijpen	1d, 2, 4	3bcd, 4, 9a	9a	9a	7a		
Toepassen	5bc, 7b	5d, 6		9c		5a, 7b	7c
Analyseren	8, 9d	9d		9bd			

*Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

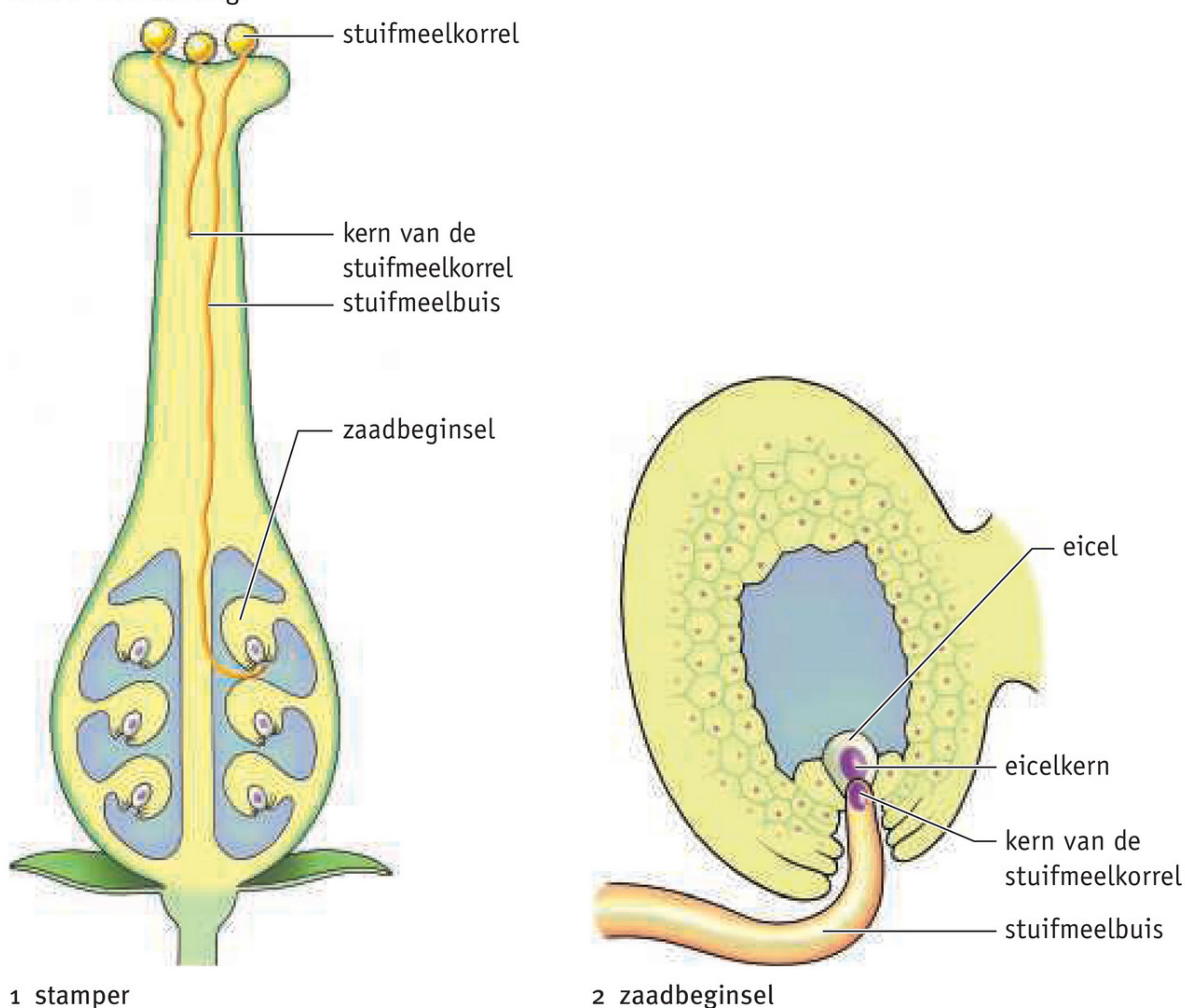
**Dit leerdoel vind je in een ander thema.

Na de bestuiving moet de kern van een stuifmeelkorrel bij de kern van de eikel in het zaadbeginsel zien te komen. Als ze versmelten, is stap één van de voortplanting geslaagd.

STUIFMEELBUIS

In elk zaadbeginsel ligt een eikel: een vrouwelijke geslachtscel. In elke eikel zit een celkern. Ook stuifmeelkorrels hebben een celkern. Als een stuifmeelkorrel op een stempel van een plant van dezelfde soort is gekomen, groeit uit de stuifmeelkorrel een buis: de **stuifmeelbuis**. De stuifmeelbuis groeit door de stijl naar een zaadbeginsel in het vruchtbeginsel (zie afbeelding 1.1). Door de stuifmeelbuis gaat de kern van de stuifmeelkorrel naar het zaadbeginsel.

Afb. 1 Bevruchting.

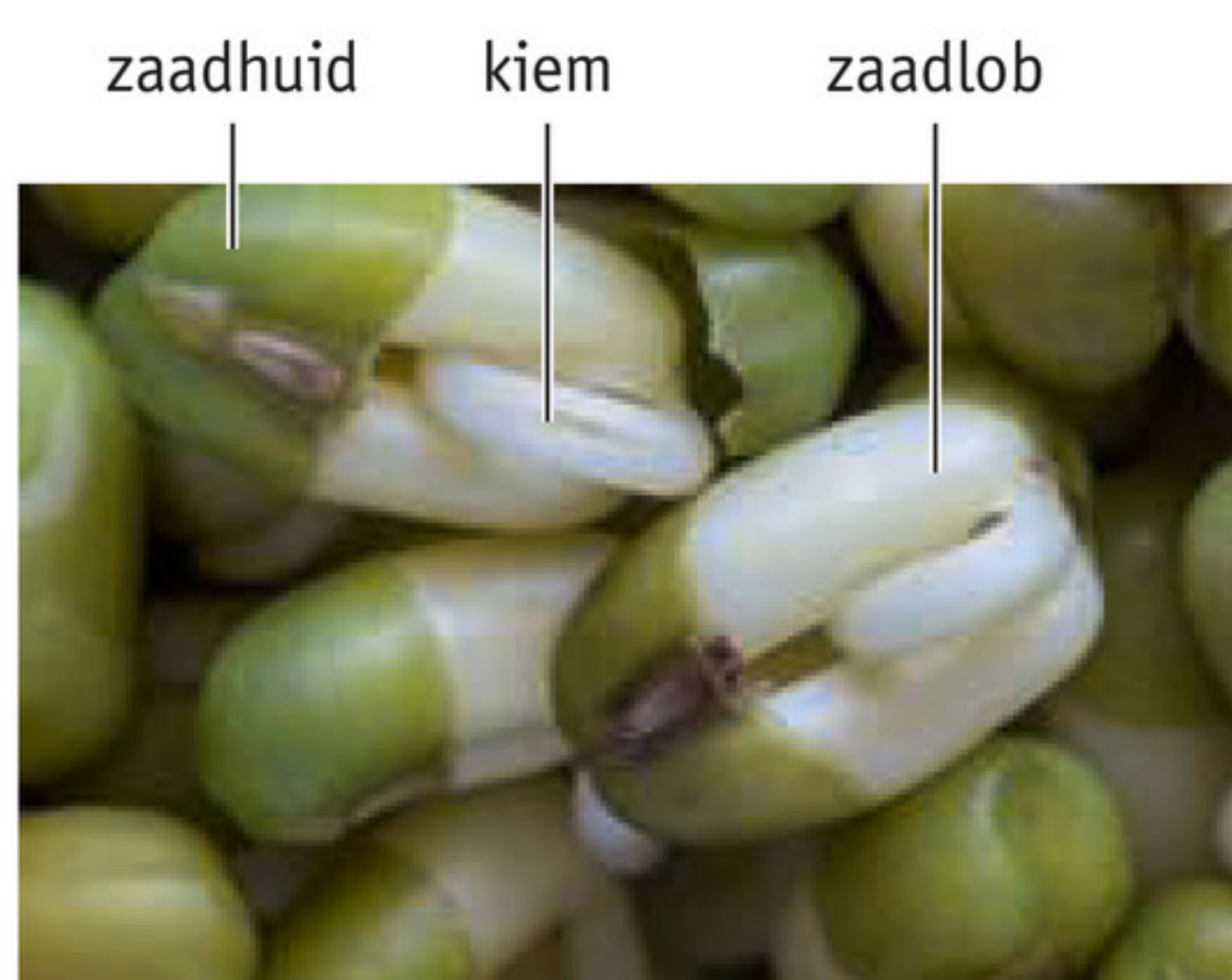


Als de buis een zaadbeginsel heeft bereikt, barst de top van de stuifmeelbuis open. De kern van de stuifmeelkorrel dringt de eikel binnen en versmelt met de kern van de eikel (zie afbeelding 1.2). Het versmelten van de kern van een mannelijke geslachtscel met de kern van een vrouwelijke geslachtscel noem je **bevruchting**. Door bevruchting ontstaat een bevruchte eikel. De kern van een bevruchte eikel bevat de chromosomen van de mannelijke en van de vrouwelijke geslachtscel.

BEVRUCHTE EICEL

Na de bevruchting gaat de bevruchte eikel zich delen. Door celdelingen ontstaat uit de bevruchte eikel een **kiem**. Ook het zaadbeginsel begint te groeien. Uit het zaadbeginsel ontstaat een **zaad**. Elk zaad bevat een kiem (zie afbeelding 2). Bij kieming van een zaad groeit uit de kiem een kiemplantje.

Afb. 2 Kiemende zaden (mungbonen), met de zaadhuid deels verwijderd.



In afbeelding 1 zie je dat er meerdere stuifmeelbuizen tegelijk door de stijl kunnen groeien. Deze stuifmeelbuizen groeien naar verschillende zaadbeginsels. In elk van deze zaadbeginsels kan de eikel worden bevrucht. Uit elk zaadbeginsel waarvan de eikel is bevrucht, kan een zaad ontstaan. Er kunnen dus meerdere zaden ontstaan in een vruchtbeginsel. Als de eikel in een zaadbeginsel niet wordt bevrucht, kan de eikel niet uitgroeien tot een kiem. Het zaadbeginsel groeit dan niet uit tot een zaad.

KENNIS

1

Uit een stuifmeelkorrel groeit een stuifmeelbuis naar een zaadbeginsel.

a Door welke delen van een stamper groeit deze stuifmeelbuis achtereenvolgens?

1

2

3

b Wat gebeurt er als de stuifmeelbuis bij een zaadbeginsel is aangekomen? Beschrijf het in drie stappen.

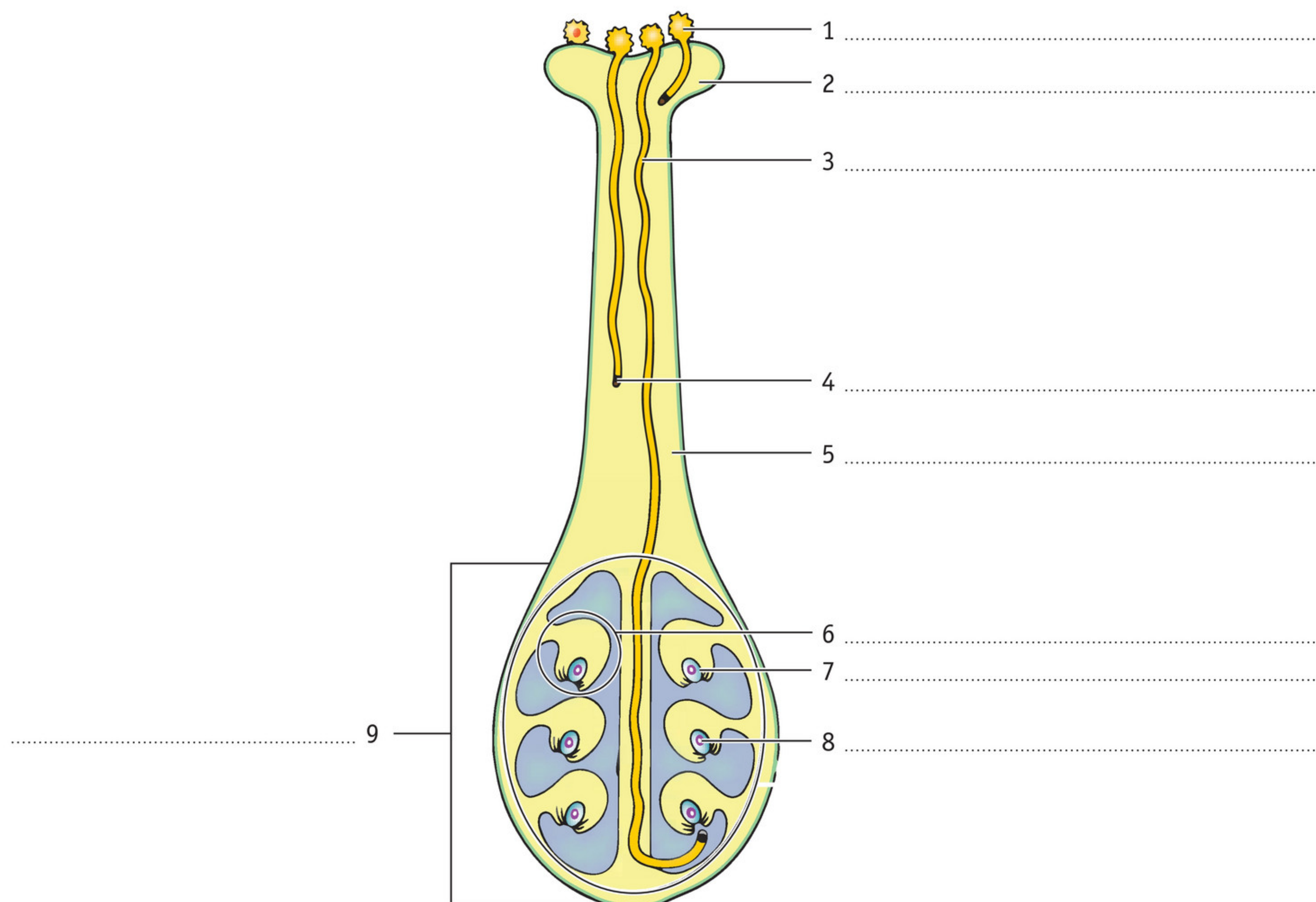
c Wat is bevruchting?

d Welke chromosomen bevat de celkern van een bevruchte eikel?

2

In afbeelding 3 zie je een lengtedoorsnede van een stamper. Zet de namen bij de genummerde delen.

Afb. 3 Lengtedoorsnede van een stamper.



3

- a** 1 Uit een bevruchte eikel ontstaat een
- 2 Uit het zaadbeginsel ontstaat een
- b** Groeit elke eikel in een vruchtbeginsel uit tot een kiem? Leg je antwoord uit.
- c** Groeit elk zaadbeginsel in een vruchtbeginsel uit tot een zaad? Leg je antwoord uit.
- d** Een kiem ontstaat uit een bevruchte eikel.
Bevat een celkern van de kiem dezelfde chromosomen als de celkern van de bevruchte eikel? Leg je antwoord uit.

4



Samenvatting

Maak een samenvatting van deze basisstof.

- Beschrijf hoe de bevruchting bij zaadplanten verloopt.
- Beschrijf de veranderingen in het zaadbeginsel na bevruchting.
- Beschrijf hoe een zaad zich ontwikkelt tot een kiemplantje.

INZICHT

5

In afbeelding 3 zie je een lengtedoorsnede van een stamper.

- a Heeft bij deze stamper bestuiving plaatsgevonden? Leg je antwoord uit.
- b Heeft bij deze stamper bevruchting plaatsgevonden? Leg je antwoord uit.
- c Als er geen stuifmeelkorrels meer bij komen, kunnen in de stamper van afbeelding 3 maximaal 1 / 3 / 4 / 6 eicellen worden bevrucht.
- d Het vruchtbeginsel van deze bloem bevat zes zaadbeginsels.
Stel dat in drie zaadbeginsels de eicel wordt bevrucht. Hoeveel zaden kunnen zich dan in dit vruchtbeginsel ontwikkelen? Leg je antwoord uit.

6

Maretak (zie afbeelding 4) is een bijzondere plant die in Nederland alleen voorkomt in Zuid-Limburg. Een maretak leeft op de stam of op de takken van bomen, bijvoorbeeld populieren. In de herfst ontstaan besjes aan de plant. Elke bloem levert één besje. Heeft een bloem van de maretak één stamper of kunnen het er ook meer zijn? Leg je antwoord uit.

Afb. 4 Maretak.



7

Plantenveredelaars ontwikkelen planten die zo goed mogelijk aan de eisen van de mens voldoen. Daarvoor selecteert een veredelaar planten met de beste erfelijke eigenschappen. Deze worden door mensen met een penseeltje bestoven. Na bevruchting kunnen zo nieuwe rassen ontstaan. Om ongecontroleerde bevruchting te voorkomen, verwijderen plantenveredelaars soms de mannelijke geslachtsorganen uit de bloemen.

- a Welk deel verwijderen ze dan uit deze bloemen?
 - ☐ A de kelkbladeren
 - ☐ B de kroonbladeren
 - ☐ C de meeldraden
 - ☐ D de stamper
 - ☐ E het vruchtbeginsel
 - ☐ F het zaadbeginsel
- b Wanneer verwijderen veredelaars de mannelijke geslachtsorganen: voordat of nadat ze rijp zijn? Leg je antwoord uit.
- c Gebruikt een plantenveredelaar kruisbestuiving of zelfbestuiving om nieuwe rassen te ontwikkelen? Leg je antwoord uit.

+ 8

- a Cleistogamie is een verschijnsel waarbij bevruchting plaatsvindt zonder dat de bloem zich ooit heeft geopend. Ook enkele Nederlandse plantensoorten, zoals de paarse dovenetel en het bosviooltje, bezitten deze eigenschap.
Hoe vindt bevruchting plaats bij cleistogamie?
- b Een pionierssoort is een plant die of een dier dat als eerste in een gebied komt en zich daar vestigt en gaat voortplanten.
Leg uit dat cleistogamie handig is voor een alleenstaande pioniersplant.

SAMENHANG onderzoek

BLOEIENDE PLANTEN OP DE MAAN?

Op 7 december 2018 lanceerde China een sonde (onbemand ruimtevaartuig) om onderzoek te doen naar de achterkant van de maan. Bijzonder was dat er ook zaadjes van verschillende planten en eitjes van fruitvliegjes waren meegenomen. Voor het eerst groeide een aardse levensvorm in een laboratorium op een ander hemellichaam. Eerder lieten biologen al wel planten groeien in het internationaal ruimtestation ISS.

De zaadjes kregen na landing op de maan water toegediend en werden beschonen met een ledlamp. De zaadjes – van katoenplantjes, aardappels en koolzaad – ontkiemden goed. Helaas gingen de plantjes na de ontkieming snel dood. Toch werd het experiment gezien als een groot succes, want het is een eerste stap richting menselijke bewoning op een andere planeet dan de aarde. ‘Om genoeg voedsel te verbouwen, heb je flink wat vierkante meters nodig’, zegt onderzoeker Wieger Wamelink van Wageningen University & Research. ‘Eén probleem is dat je in zo’n geval vruchtbare grond van de aarde moet meenemen. Zelf doe ik daarom onderzoek naar de mogelijkheid om planten direct op maangrond te laten groeien. Op die manier zou je geen grond mee hoeven te nemen.’

Naar: ‘En toen was er leven op de maan: China laat katoenplantje ontkiemen’, *de Volkskrant*, 15 januari 2019.

Afb. 5 Een mosterdplantje groeit op ‘maangrond’ in Wageningen.



9

Lees de tekst ‘Bloeiende planten op de maan?’.

In de cilinders met zaden die met de ruimtesonde naar de maan reisden, zat ook water.

- a** Waarvoor heeft een plant water nodig?
- b** De sonde was ook voorzien van ledverlichting.
Leg uit waarom kunstmatige verlichting nodig was voor de kiemplantjes.
- c** Dieren geven koolstofdioxide af aan de lucht als ze uitademen.
Leg uit dat dit de reden was dat er ook eitjes van fruitvliegjes in de ruimtesonde zaten.
- d** De kiemplantjes gingen snel dood, omdat de omstandigheden niet optimaal waren.
Zo werd het in de maannacht veel te koud.
Bedenk wat er allemaal nodig zou zijn om voedingsgewassen op de maan te laten groeien en ze ook te laten voortplanten. Zoek eventueel op de website van Wageningen University naar het onderzoek van Wieger Wamelink.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

4 Vruchten en zaden

LEERDOEL

6.4.7 Je kunt de veranderingen in het vruchtbeginsel na bevruchting beschrijven.

► Practicum 7

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	6.4.7	6.1.1*
Onthouden	1a	
Begrijpen	1b, 2, 3, 9d	9d
Toepassen	4, 9ce	
Analyseren	5, 6, 7, 8, 9ab	

*Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Na de bevruchting ontstaan in het vruchtbeginsel een of meer zaden. Het vruchtbeginsel is het begin van een vrucht. Vruchten zijn er in alle soorten en maten.

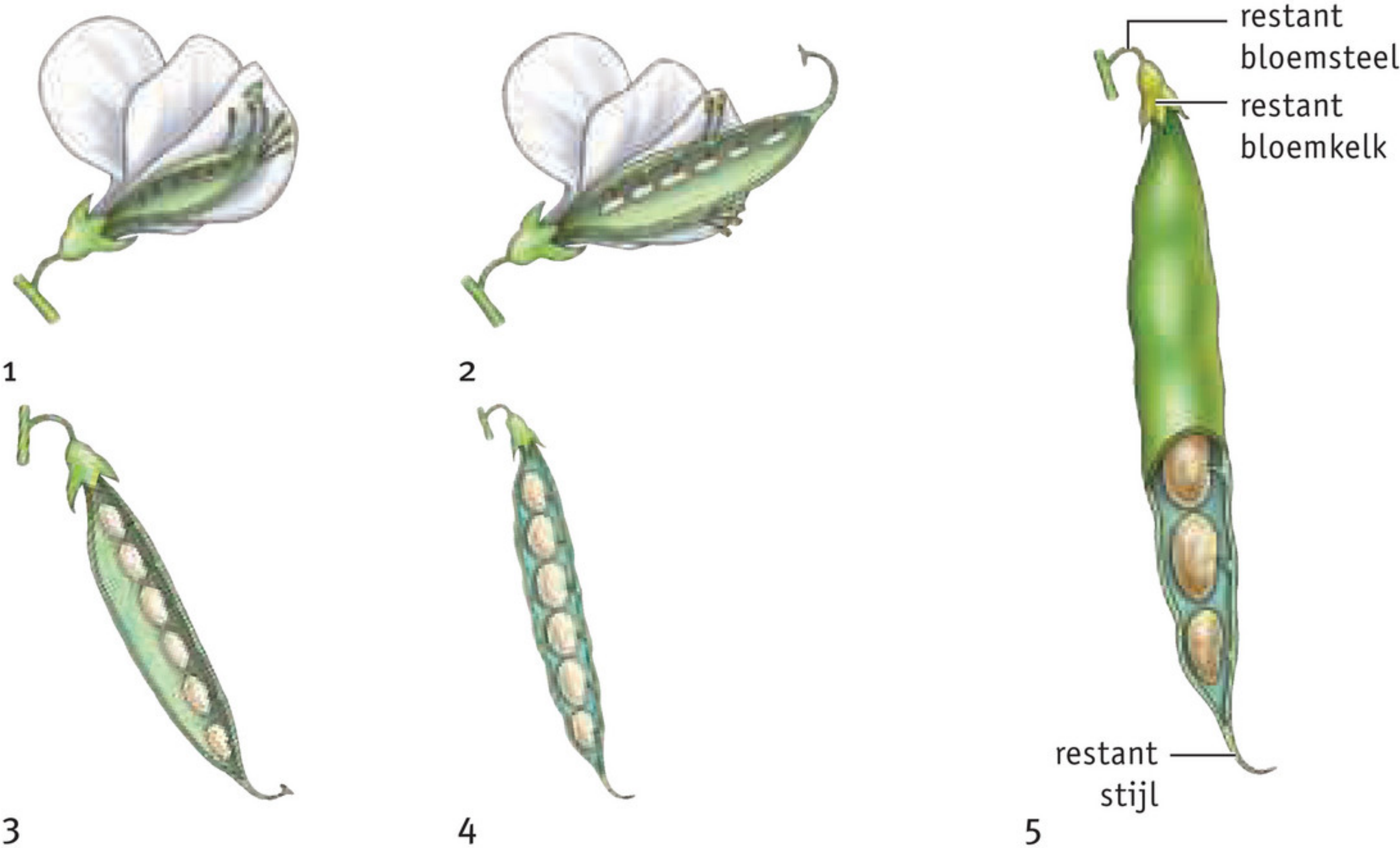
EEN VRUCHT

Na de bevruchting verandert er veel in een bloem. In het vruchtbeginsel beginnen een of meer zaadbeginsels te groeien. Alleen de zaadbeginsels waarin de eicellen zijn bevrucht, groeien uit tot zaden. De andere zaadbeginsels in het vruchtbeginsel verschrompelen. Het vruchtbeginsel wordt groter. Het groeit uit tot een **vrucht**. De zaden bevinden zich in de vrucht.

In afbeelding 1 zie je deze veranderingen bij een bloem van een bonenplant. De vrucht van een bonenplant heet een **peulvrucht** (zie afbeelding 2).

- 1 de bloem voor de bevruchting
- 2 Na de bevruchting beginnen het vruchtbeginsel en de zaadbeginsels te groeien.
- 3 De kroonbladeren en de meeldraden vallen af, het vruchtbeginsel wordt steeds langer.
- 4 De bloemkelk verschrompelt, er blijft alleen een restant over. Ook van de stijl blijft alleen een restant over, de zaadbeginsels worden groter.
- 5 Als de boon rijp is, wordt de zaadhuid donkerder. Uiteindelijk breekt de vrucht open en komen de zaden vrij.

Afb. 1 Veranderingen in de bloem van een bonenplant na de bevruchting.



Afb. 2 Peulvruchten van de pronkboon.

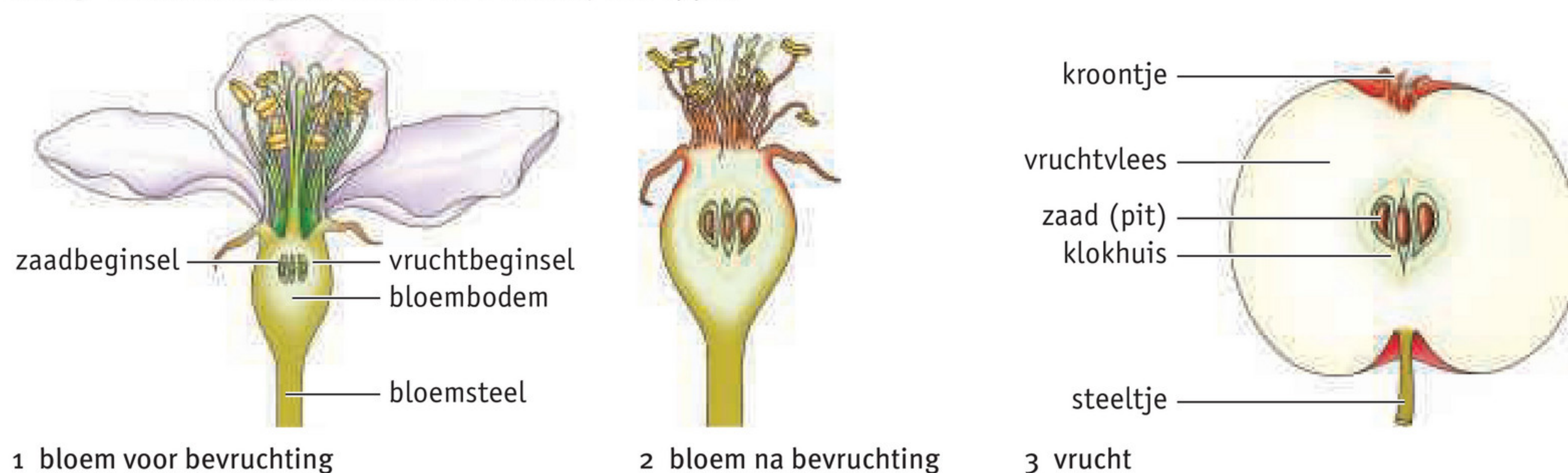


De bloem van een sperzieboon staat op een bloemsteel. De sperzieboon gaat door zijn gewicht aan dat steeltje hangen. De kroonbladeren en de meeldraden zijn afgevallen. Aan de kant van het steeltje blijft nog een restant van de bloemkelk zitten. Aan de andere kant van de sperzieboon zit een restant van de stijl.

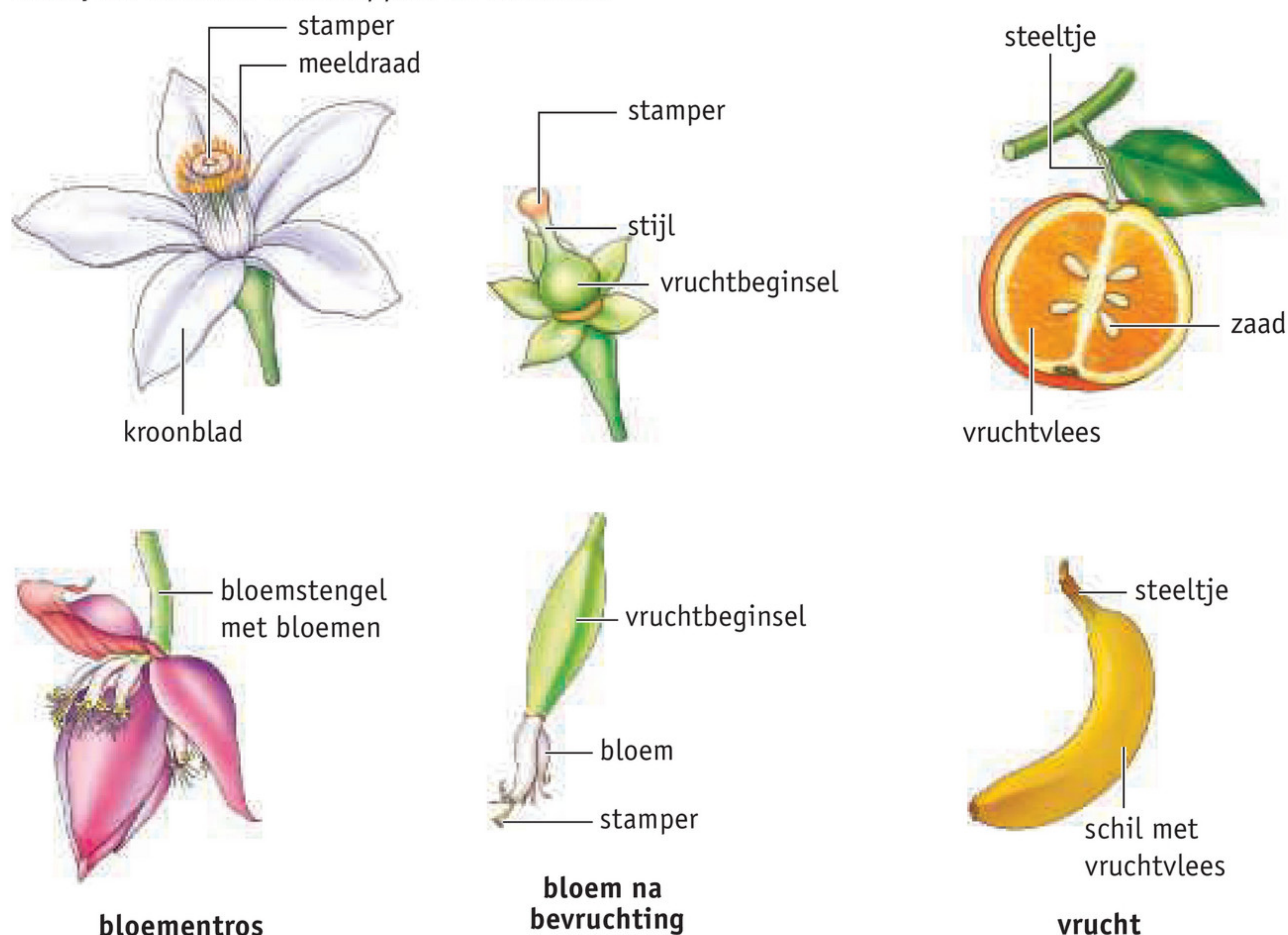
VERSCHILLENDE VRUCHTEN

Sommige vruchten bevatten **vruchtvlees**: het zachte, soms eetbare gedeelte van de vrucht. Vruchtvlees kan ontstaan uit het vruchtbeginsel of uit de bloembodem. In afbeelding 3 zie je de ontwikkeling van bloem tot vrucht bij een appel. In afbeelding 4 zie je de ontwikkeling van bloem tot vrucht bij een sinaasappel en een banaan.

Afb. 3 Ontwikkeling van bloem tot vrucht bij een appel.



Afb. 4 Zo ontstaan sinaasappels en bananen.



Appels, kersen, tomaten en peulen zijn vruchten. Bonen, erwten en de pitten in appels, kersen en tomaten zijn zaden. In sommige vruchten zit maar één zaad, in andere vruchten zitten meerdere zaden (zie afbeelding 5). Een meloen kan meer dan honderd zaden bevatten. Voor elk van deze zaden is de kern van de eicel in een zaadbeginsel versmolten met de kern van een stuifmeelkorrel.

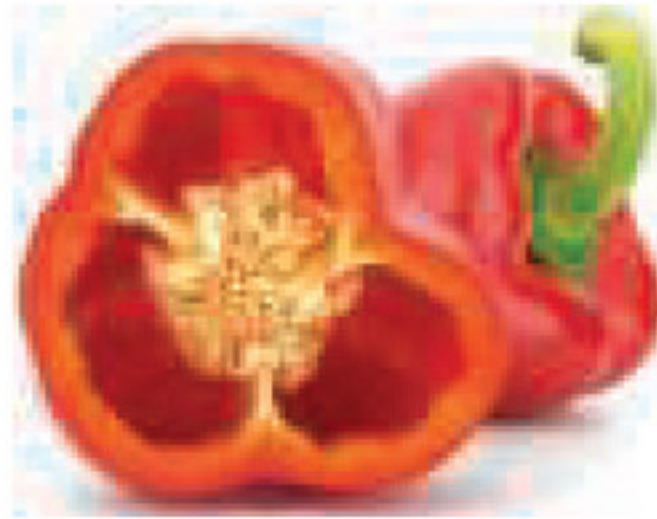
Afb. 5 Vruchten met zaden.



1 pruim: één zaad



2 appels en peren: enkele zaden



3 paprika: veel zaden



4 tomaat: veel zaden



5 meloen: veel zaden

Het vruchtvlees van veel vruchten wordt door mensen en dieren gegeten. Ook veel zaden zijn eetbaar. Een zaad bevat reservevoedsel voor het kiemplantje dat uit de kiem kan ontstaan. Met dit reservevoedsel kunnen ook dieren en mensen zich voeden (zie afbeelding 6).

Afb. 6 Eetbare zaden.



KENNIS

1

a Wat gebeurt er met de delen van een bloem na bevruchting?

- | | |
|------------------|---|
| 1 bloemkelk | <i>groeit / valt af / verschrompelt</i> |
| 2 kroonblad | <i>groeit / valt af / verschrompelt</i> |
| 3 meeldraad | <i>groeit / valt af / verschrompelt</i> |
| 4 stijl | <i>groeit / valt af / verschrompelt</i> |
| 5 vruchtbeginsel | <i>groeit / valt af / verschrompelt</i> |
| 6 zaadbeginsel | <i>groeit / valt af / verschrompelt</i> |

b Hierna staan vijf veranderingen in de bloem van een perenboom. Zet de veranderingen in de goede volgorde.

- De bloemkelk en de stijl verschrompelen.
- Het vruchtbeginsel en de zaadbeginsels beginnen te groeien.
- De peer is rijp.
- De bloem wordt bevrucht.
- De kroonbladeren en de meeldraden vallen af.

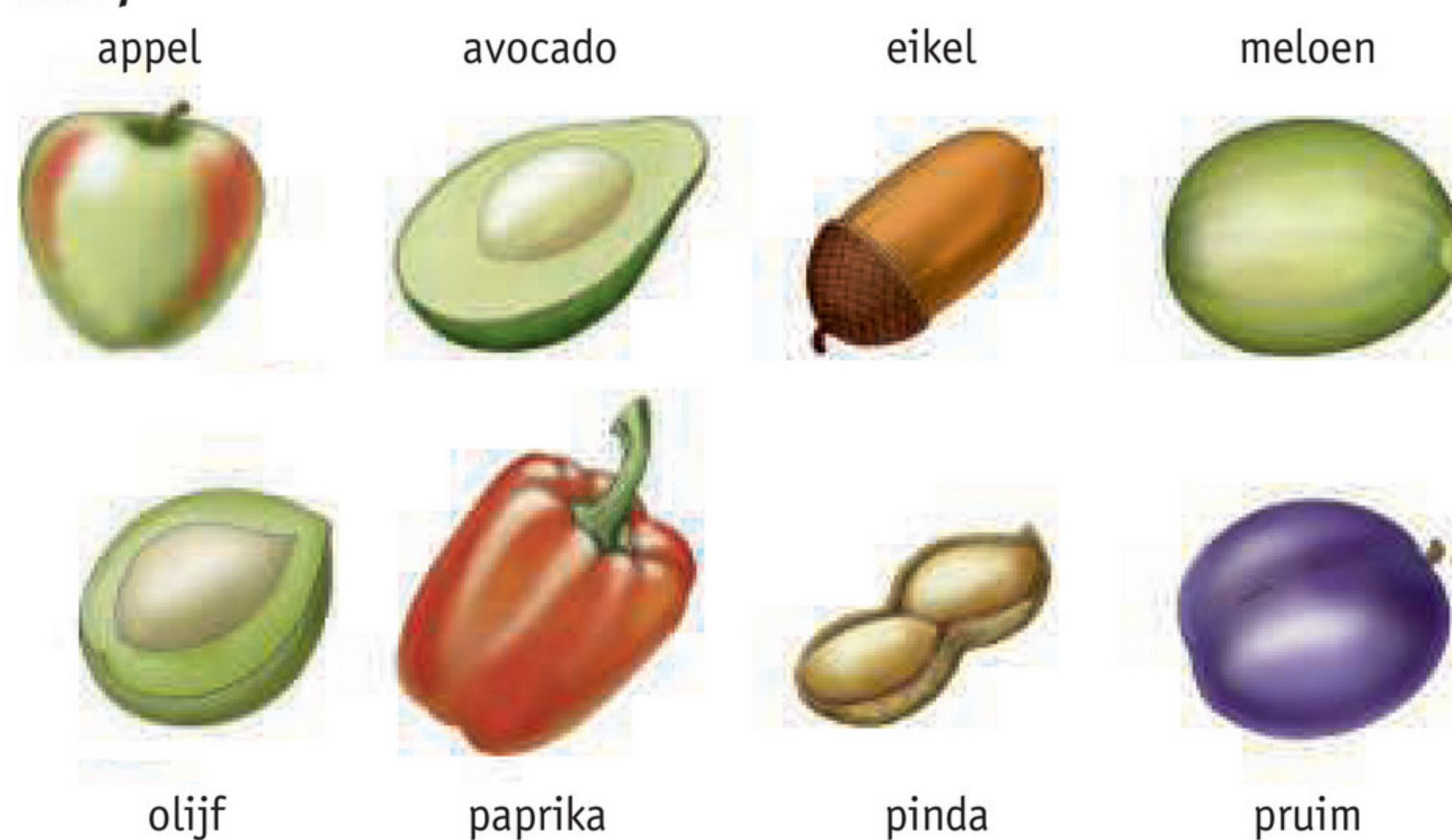
2

In afbeelding 7 zie je acht vruchten.

Welke vruchten zijn ontstaan uit een vruchtbeginsel met één zaadbeginsel?

- ☐ A appel
- ☐ B avocado
- ☐ C eikel
- ☐ D meloen
- ☐ E olijf
- ☐ F paprika
- ☐ G pinda
- ☐ H pruim

Afb. 7



3



Samenvatting

Maak een samenvatting van deze basisstof.

Veranderingen in een bloem na bevruchting:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

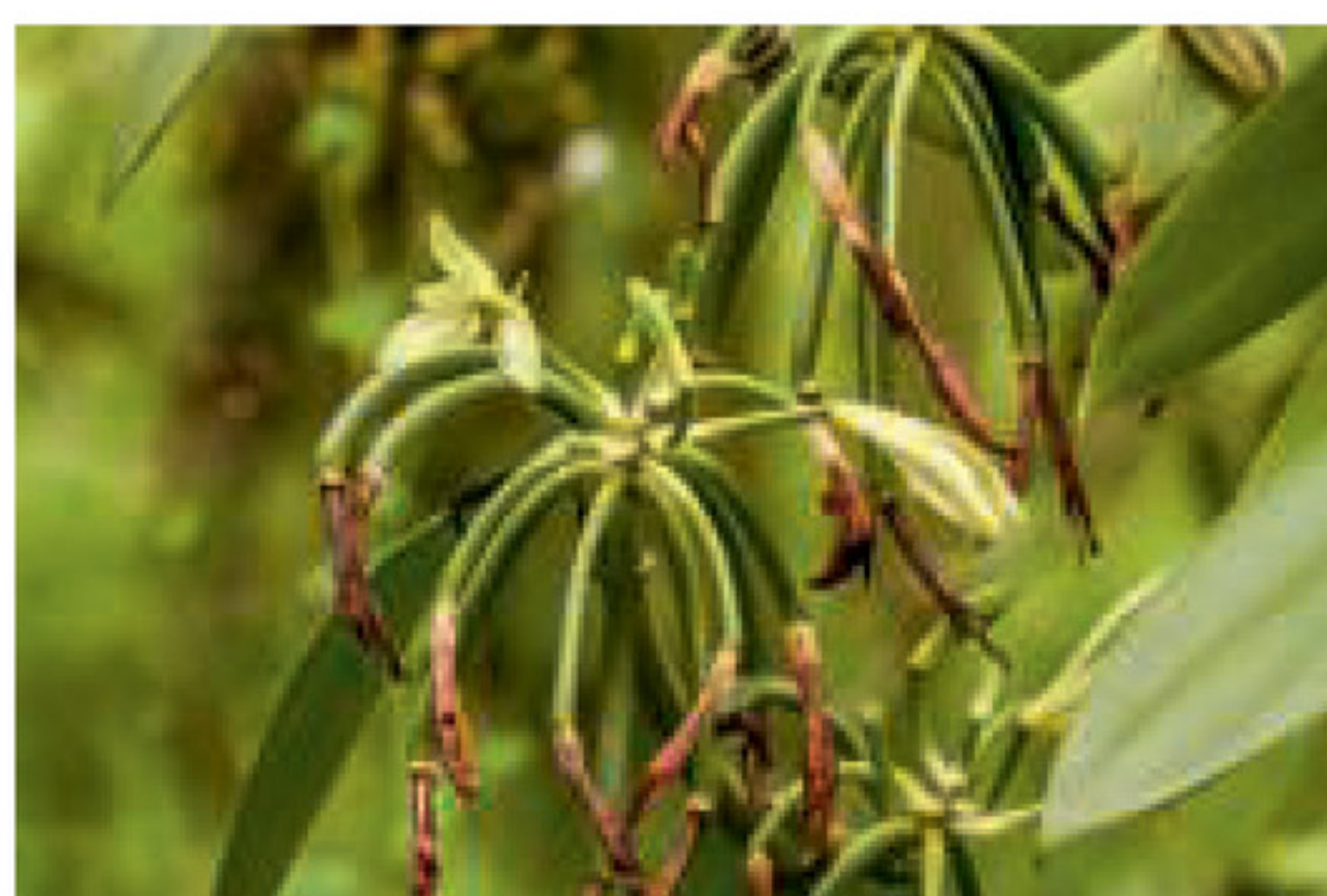
INZICHT

4

In afbeelding 8 zie je een vanillebloem met vanillevruchten en twee gedroogde vanillevruchten (vanillestokjes). Een vanillevrucht bevat gemiddeld 1500 zaadjes.

- a Uit hoeveel stampers zijn de twee vanillevruchten ontstaan? Leg je antwoord uit.
- b Uit hoeveel zaadbeginsels zijn de zaadjes in twee vruchten ontstaan? Leg je antwoord uit.

Afb. 8 Vanille.



1 vanillebloem met vanillevruchten



2 gedroogde vanillevruchten

5

Zaden van bes-dragende planten kunnen terechtkomen in dakgoten en daar kiemen.

- a Leg uit hoe die zaden daar zijn gekomen.
- b Welke functie heeft het vruchtvlees bij de verspreiding van zaden?

6

In afbeelding 9 zie je een Bounty en een Nuts.
Welke drie zaden bevatten deze producten?

Afb. 9



1



2

7

Wat blaas je weg als je een uitgebloeide paardenbloem leegblaast?

+ 8

- a Geef met behulp van tabel 1 en 2 en afbeelding 10 twee oorzaken waardoor de appeloogst groter wordt door bijenkasten in een boomgaard te zetten.
- b Welk appelras kan een teler het best kweken als hij geen bijenkasten in zijn boomgaard zet? Leg je antwoord uit met behulp van afbeelding 10.

Tabel 1 Invloed van bijen op het aantal zaden per appel.

Aantal zaden per appel	Boomgaard A met 3 bijenkasten	Boomgaard B zonder bijenkasten binnen 500 meter
	Aandeel appeloogst (%)	Aandeel appeloogst (%)
0	7	42
1	16	42
2	23	12
3	30	4
4	18	1
5	6	0

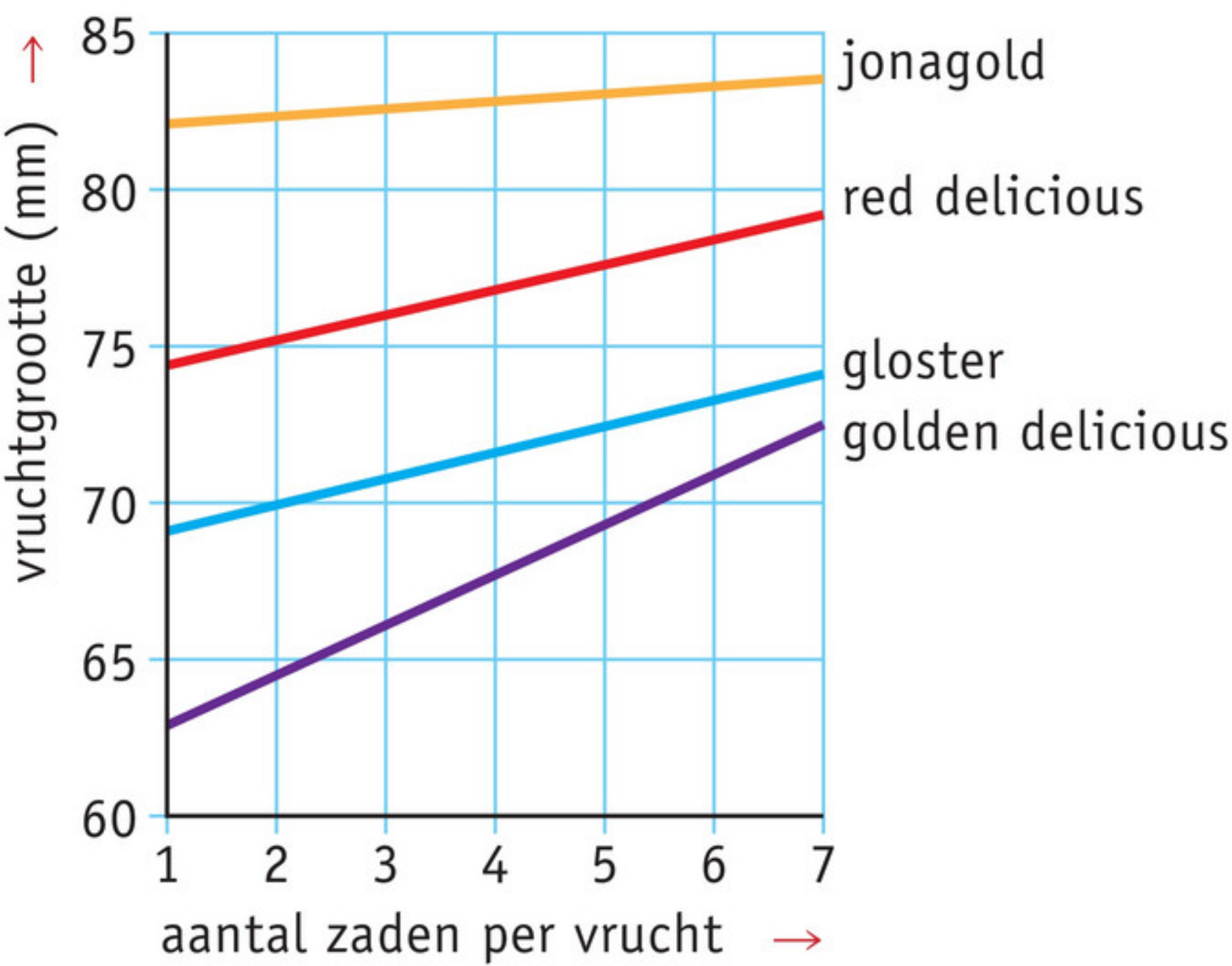
Naar: Mantiger (1998), Einfluss der Bestäubungsintensität durch bienen auf die Anzahl Samen pro Frucht.

Tabel 2 Aantal zaden per vrucht bij vroegtijdig van de boom vallen.

Afgevallen onrijpe vruchten	Aantal zaden per afgevallen onrijpe vrucht (bij 90% van de afgevallen onrijpe vruchten)
Direct na de bloei	0
Juni	0 tot 1
Juli	0 tot 2

Naar: Mantinger (1998), ‘Anzahl Samen bei abgefallenen jonagold-Früchten’.

Afb. 10 Invloed van het aantal zaden op de grootte van vrucht.



Naar: Samenzahl und Fruchtgrösse (uit: Sonderdruck zur Interpoma 1998 des Südtiroler Imkerbundes).

SAMENHANG leefwereld

DE AARDBEI

Aardbeien staan in de top vijf van meest gegeten fruitsoorten. Nou ja, fruit – officieel is een aardbei een schijnvrucht. Dat betekent dat ook andere delen dan het vruchtbeginsel een rol spelen bij de vorming van de vrucht. Het vruchtvlees van de aardbei ontstaat uit de bloembodem. De pitjes die je ziet, zijn ontstaan uit vruchtbeginsels.

Aardbeien zijn gezond, omdat ze veel vitamine C bevatten en weinig calorieën.

Aardbeien kun je maar enkele dagen bewaren. Het liefst met het kroontje er nog op.

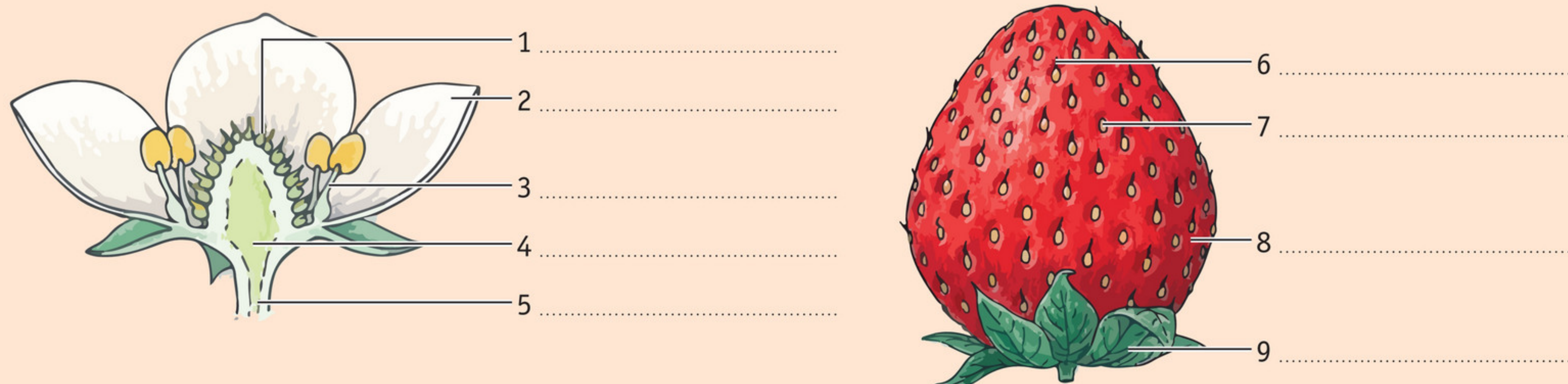
Daarna beschimmelen ze.

9

Lees de tekst 'De aardbei'.

- a Wat zijn de echte vruchten van een aardbeienplant?
- b Waar vind je de zaden van een aardbeienplant?
- c Hebben aardbeibloemen één stamper of meerdere? Leg je antwoord uit.
- d Waaruit is het kroontje van de aardbei ontstaan?
- e In afbeelding 11 zie je een doorsnede van een aardbeienbloem en een aardbei. Zet de namen bij de genummerde delen. Gebruik daarbij: *bloembodem* – *bloemsteel* – *kelkblad* – *kroonblad* – *meeldraad* – *restant stijl* – *stamper* – *uitgegroeide bloembodem* – *vruchtje met zaad*.

Afb. 11



 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

5 Ongeslachtelijke voortplanting

LEERDOELEN

- 6.5.8 Je kunt uitleggen dat bij ongeslachtelijke voortplanting de nakomelingen dezelfde erfelijke eigenschappen hebben als de ouder.
- 6.5.9 Je kunt voorbeelden geven van ongeslachtelijke voortplanting.

► Practicum 8

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	6.5.8	6.5.9	1.5.12**	3.2.5**	6.4.7*
Onthouden		1ab			
Begrijpen	2, 3, 4	1c, 4			11b
Toepassen	6ab, 7, 8a, 9a, 11c	5a, 6a, 7, 8a, 11c	11a		7
Analyseren	6c, 8b, 9bc, 10	5b, 8b		10	

*Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.
**Dit leerdoel vind je in een ander thema.

Zaadplanten planten zich voort met behulp van stuifmeelkorrels en eicellen. Ze kunnen zich ook voortplanten zonder dat bevruchting plaatsvindt.

EEN NIEUWE PLANT

Een zaad ontstaat uit een zaadbeginsel waarvan de eicel is bevrucht. Als bij voortplanting bevruchting plaatsvindt, noem je dat **geslachtelijke voortplanting**. Bij zaadplanten vindt geslachtelijke voortplanting plaats als de kern van een stuifmeelkorrel versmelt met de kern van een eicel.

Zaadplanten kunnen zich ook voortplanten zonder bevruchting. Een deel van de plant groeit dan uit tot een nieuwe plant. Dit noem je **ongeslachtelijke voortplanting**. In afbeelding 1 zie je hier een voorbeeld van. Bij deze plant groeien aan de rand van de bladeren kleine plantjes. Als deze plantjes afvallen en op de grond (aarde) terechtkomen, kunnen ze elk uitgroeien tot een nieuwe plant.

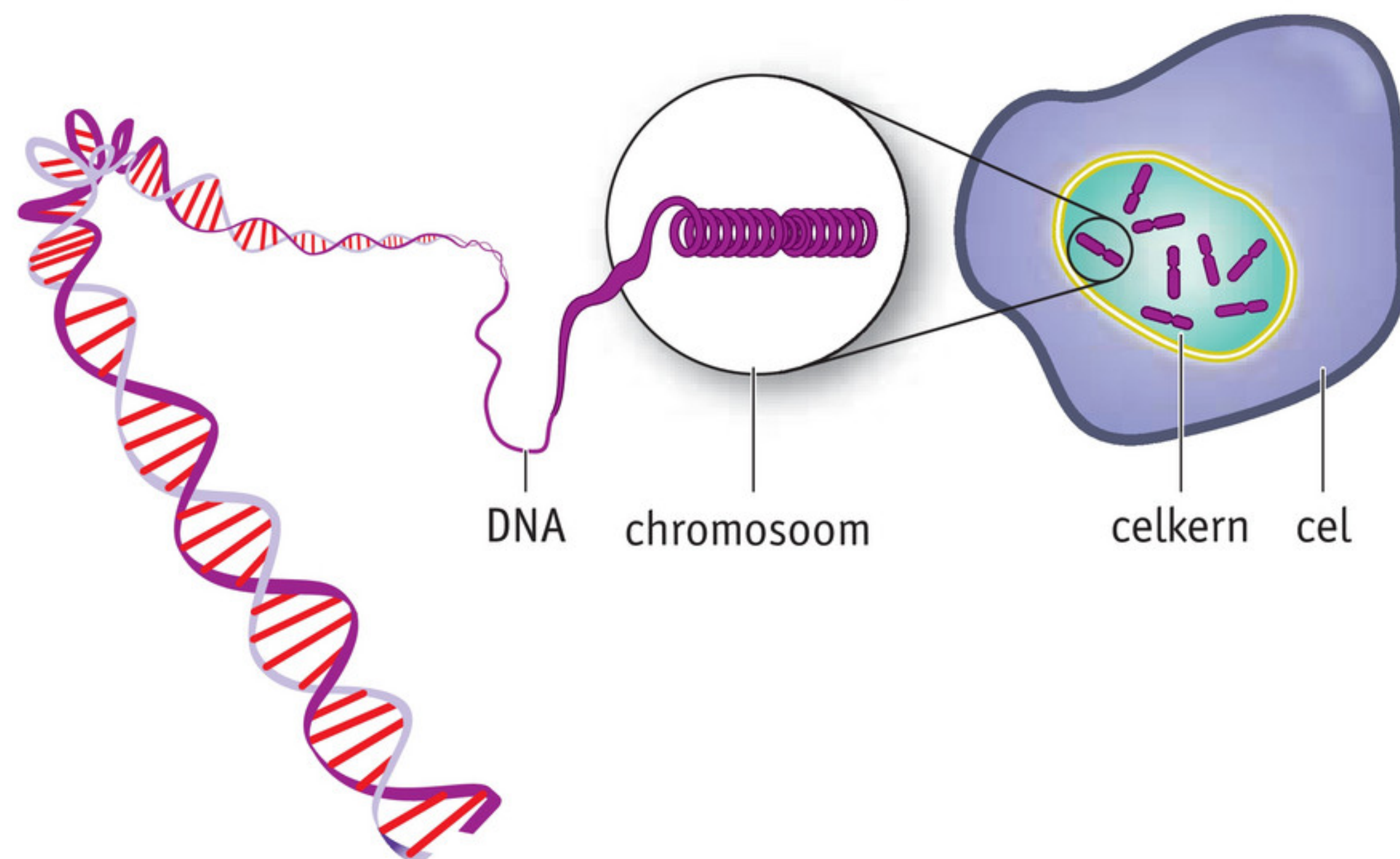
Afb. 1 Broedplant.



CELDELING

Alle cellen van een organisme hebben dezelfde chromosomen in de celkern. Chromosomen bestaan voor een groot deel uit DNA (zie afbeelding 2). Het DNA bevat de informatie voor alle erfelijke eigenschappen.

Afb. 2 Een chromosoom bestaat voor een groot deel uit DNA.



Als een klein plantje van de bladrand valt en gaat groeien, vindt celdeling plaats. Bij celdeling worden eerst de chromosomen in de celkern gekopieerd. Daarna deelt de cel zich in twee dochtercellen. Elke dochtercel krijgt een complete set chromosomen. Alle cellen van de nieuwe plant krijgen dus dezelfde chromosomen als de ouderplant.

Bij ongeslachtelijke voortplanting hebben de nakomelingen precies dezelfde erfelijke eigenschappen als de ouder.

KNOLLEN

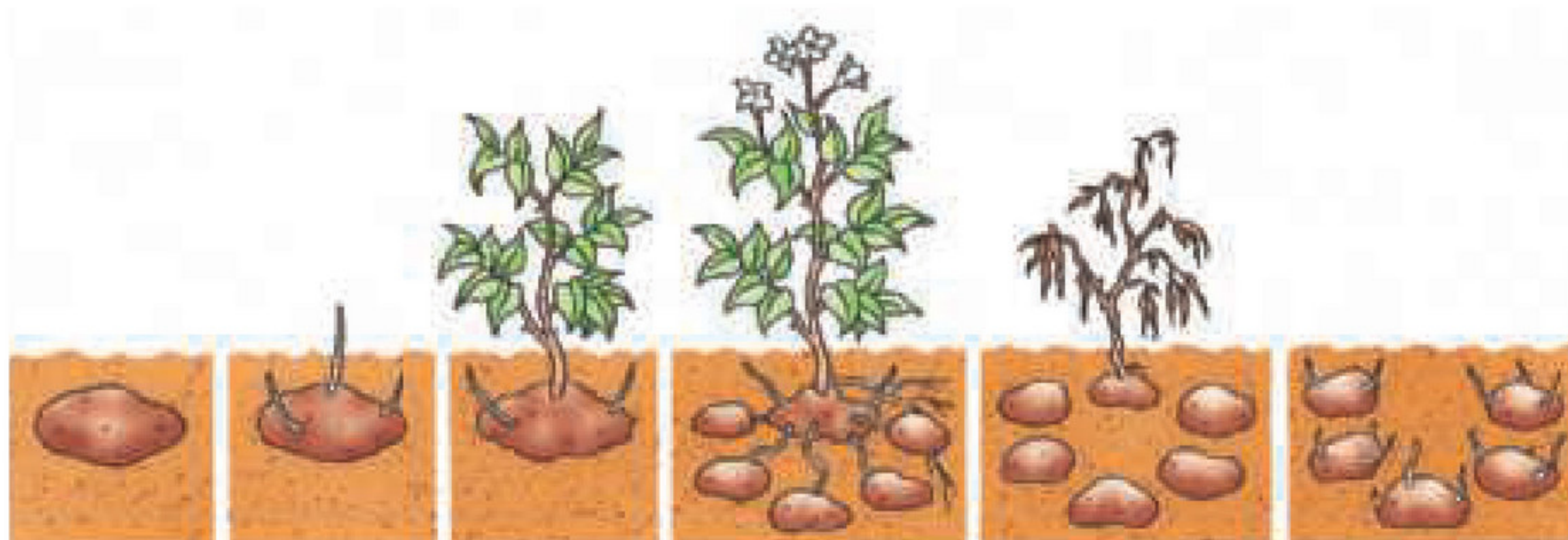
Bij aardappelplanten vindt ongeslachtelijke voortplanting plaats door middel van **knollen**. Een knol is een ondergronds, verdikt deel van de stengel met veel reservevoedsel. Een aardappel is een knol (zie afbeelding 3).

Een knol heeft **knoppen**. Bij een aardappel worden die knoppen 'ogen' genoemd. In het voorjaar gaan de knoppen uitlopen. Uit één knop groeit een aardappelplant (zie afbeelding 4). Een deel van de plant groeit uit tot een nieuwe plant met dezelfde erfelijke eigenschappen als de ouderplant.

Afb. 3 Aardappel.



Afb. 4 Ongeslachtelijke voortplanting door knollen.

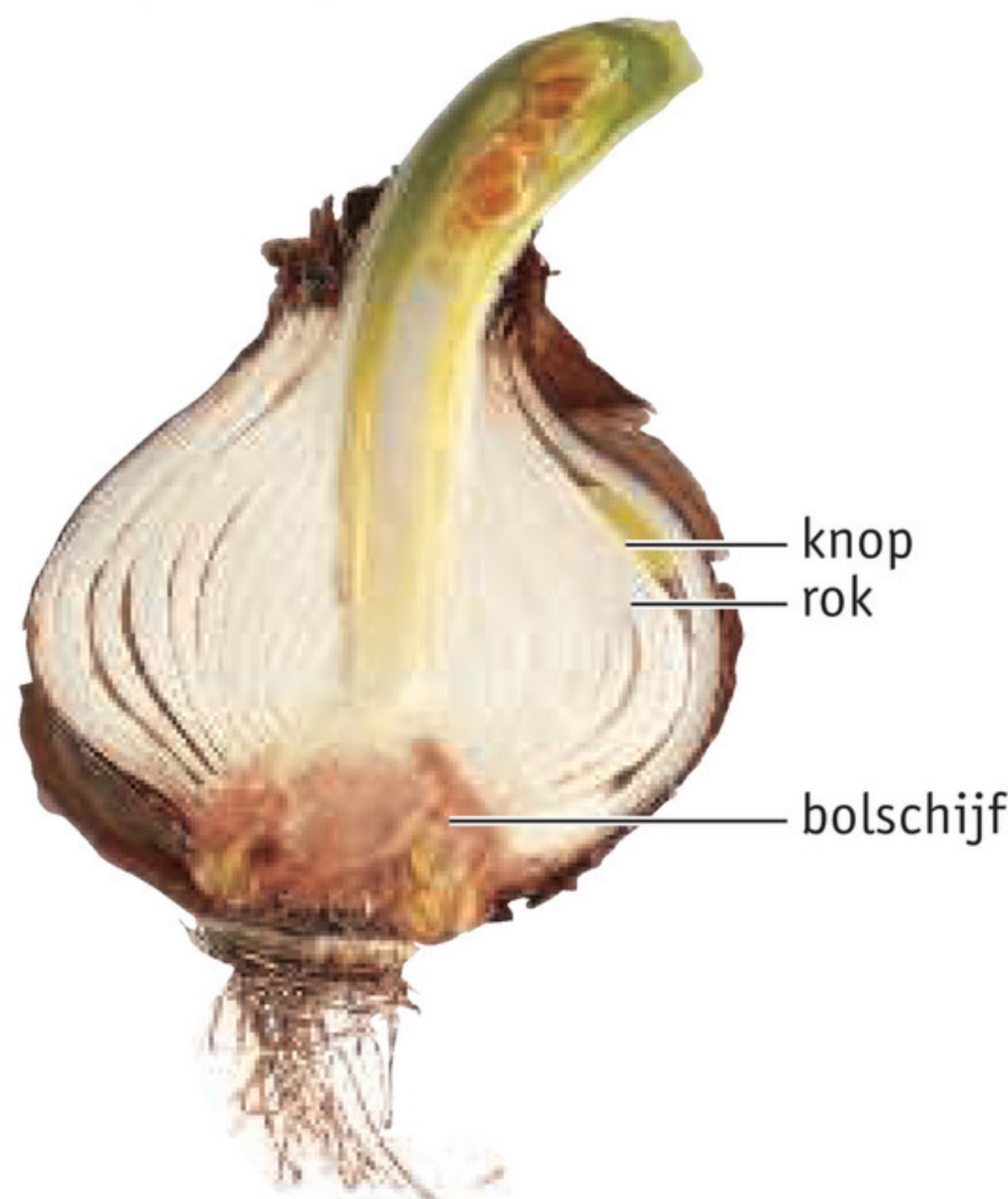


BOLLEN

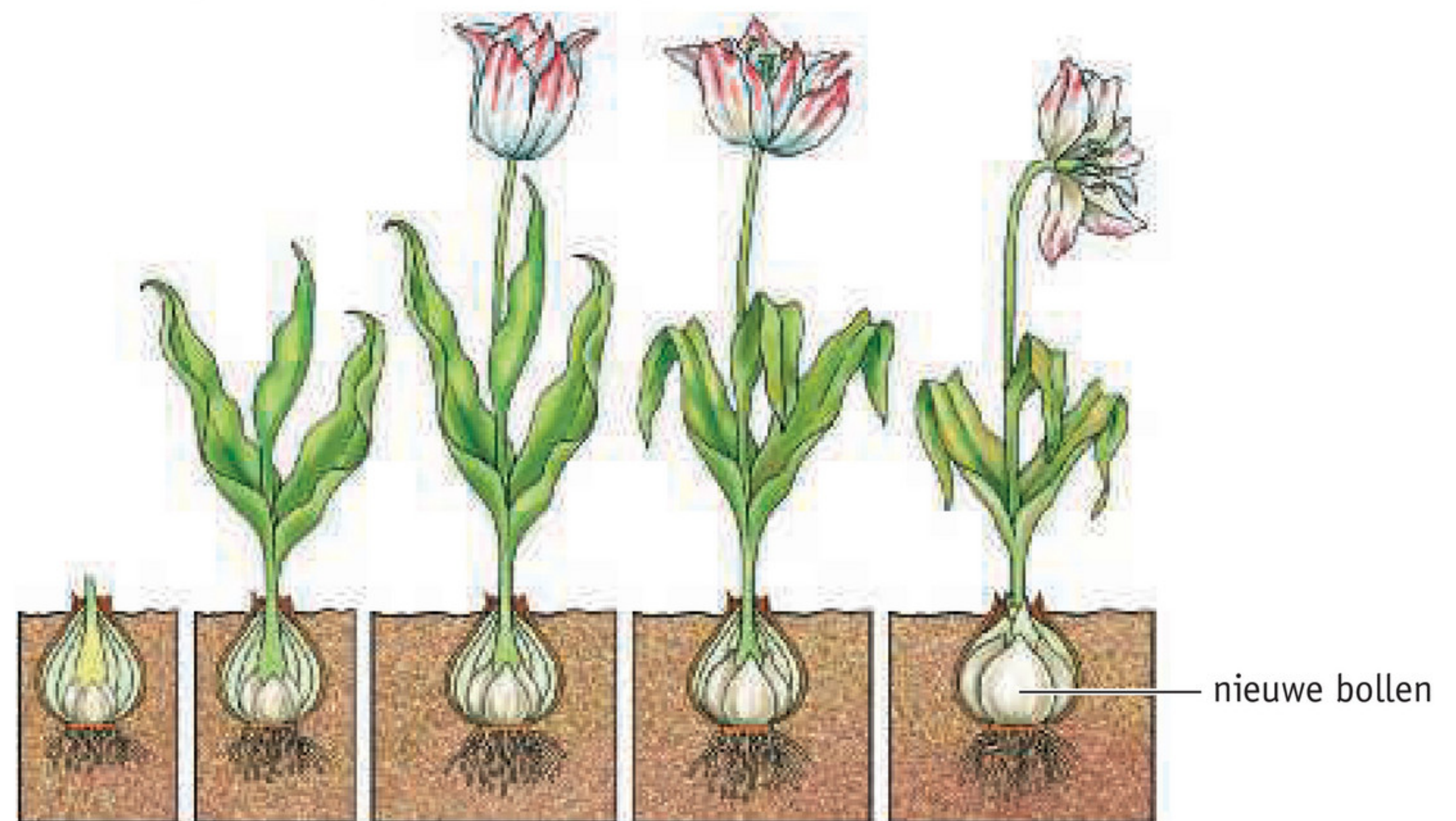
Uien, narcissen en tulpen zijn bolgewassen. Bij bolgewassen vindt ongeslachtelijke voortplanting plaats door **bollen**. Een bol bestaat uit wortels: de **bolschijf** (een heel korte stengel), en **rokken**: verdikte bladeren met reservevoedsel (zie afbeelding 5). Tussen de rokken bevinden zich knoppen.

Als een bol in het voorjaar uitloopt, ontstaat uit één knop een plant. Uit de andere knoppen ontstaan nieuwe bollen (zie afbeelding 6). De plant en de nieuwe bollen hebben dezelfde erfelijke eigenschappen als de ouderplant.

Afb. 5 Doorgesneden bol.



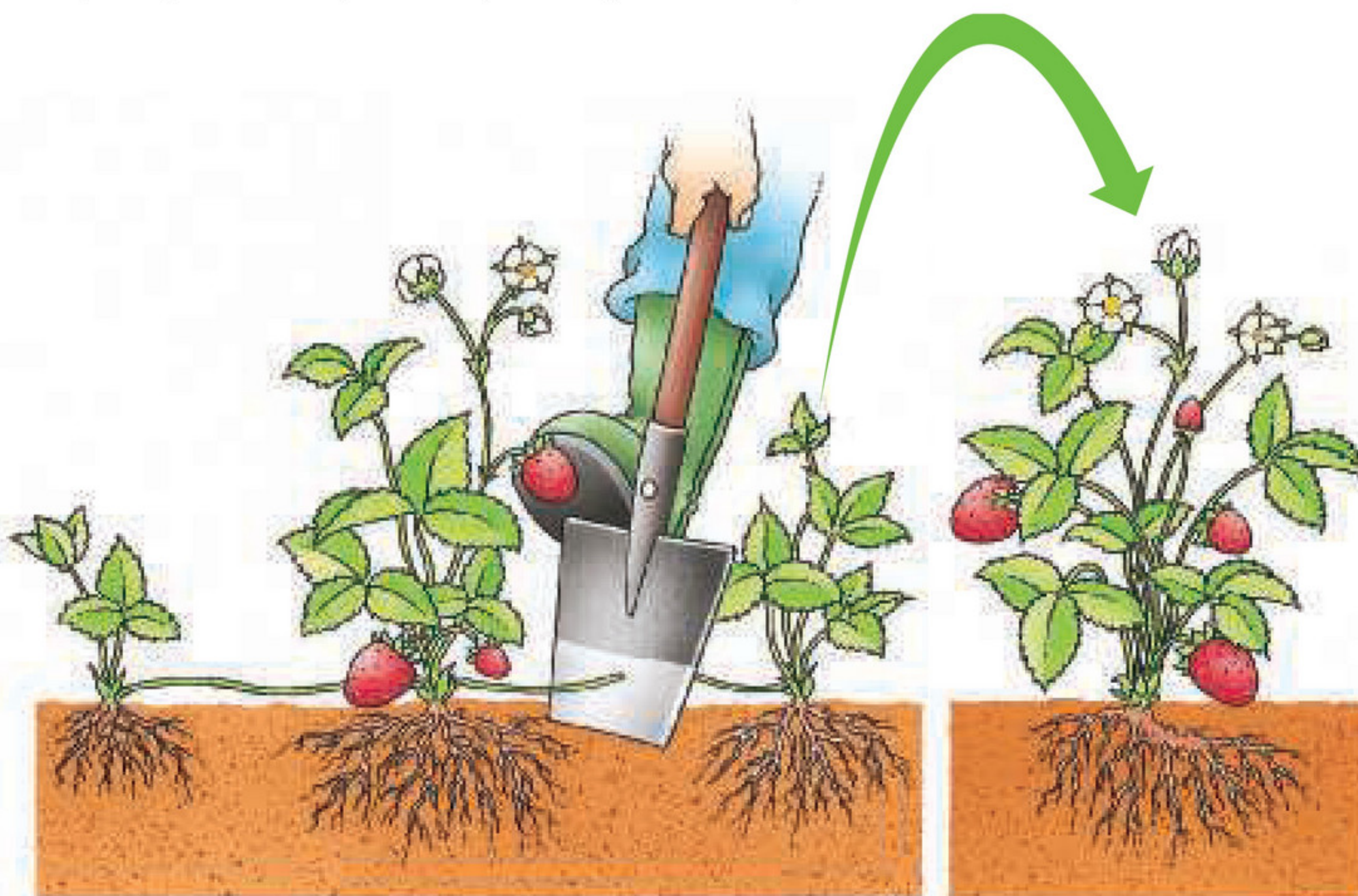
Afb. 6 Ongeslachtelijke voortplanting door bollen.



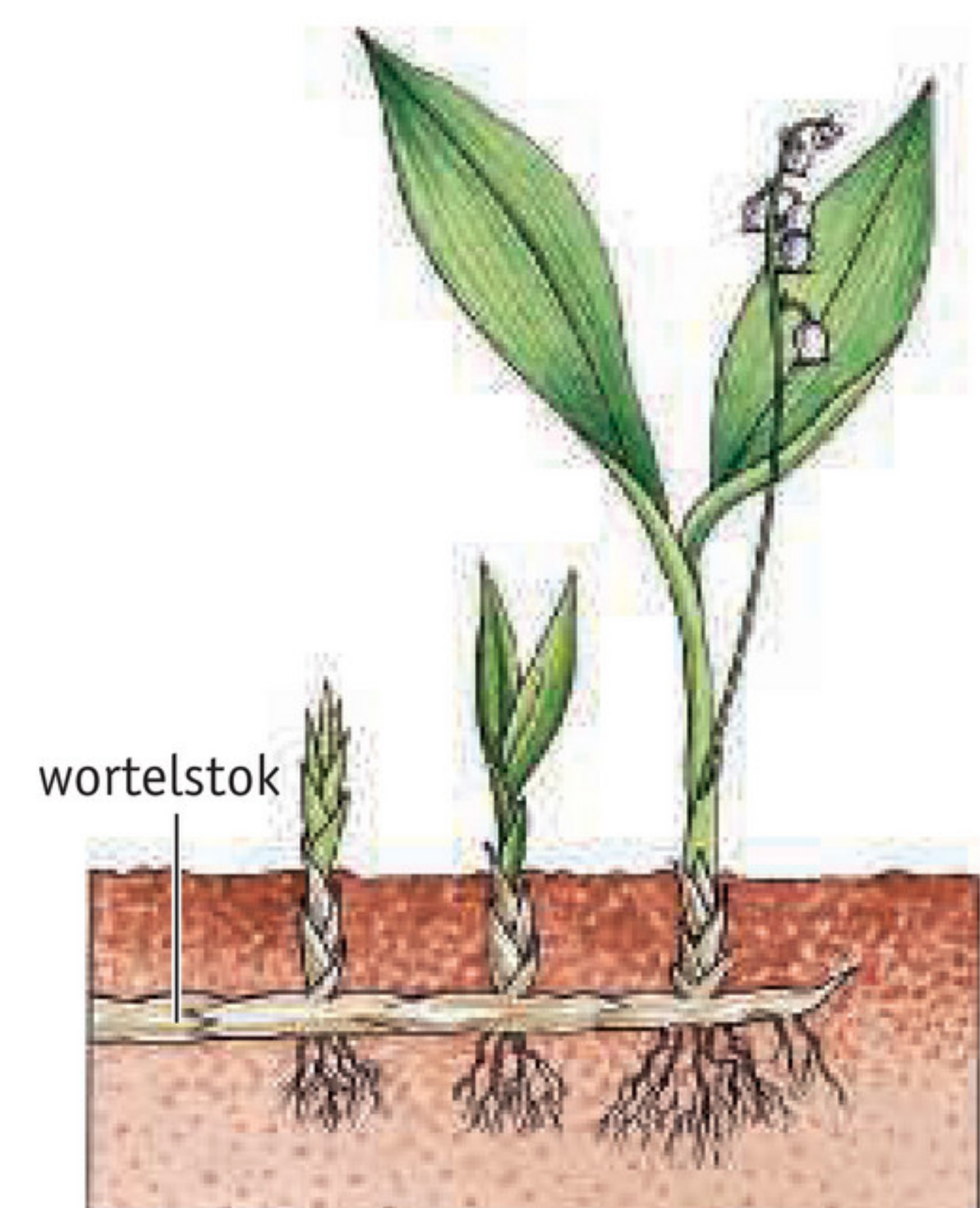
UITLOPERS EN WORTELSTOKKEN

Aardbeiplanten vormen **uitlopers** (zie afbeelding 7). Dat zijn bovengrondse stengels waaraan op verschillende plaatsen jonge planten ontstaan. Uit een deel van een aardbeiplant (een jonge plant aan een uitloper) kan op deze manier een nieuwe aardbeiplant ontstaan. Bij een lelietje-van-dalen groeien jonge planten uit **wortelstokken** (zie afbeelding 8). Dat zijn ondergrondse stengels waaraan jonge planten ontstaan.

Afb. 7 Ongeslachtelijke voortplanting door uitlopers.



Afb. 8 Ongeslachtelijke voortplanting door wortelstokken.

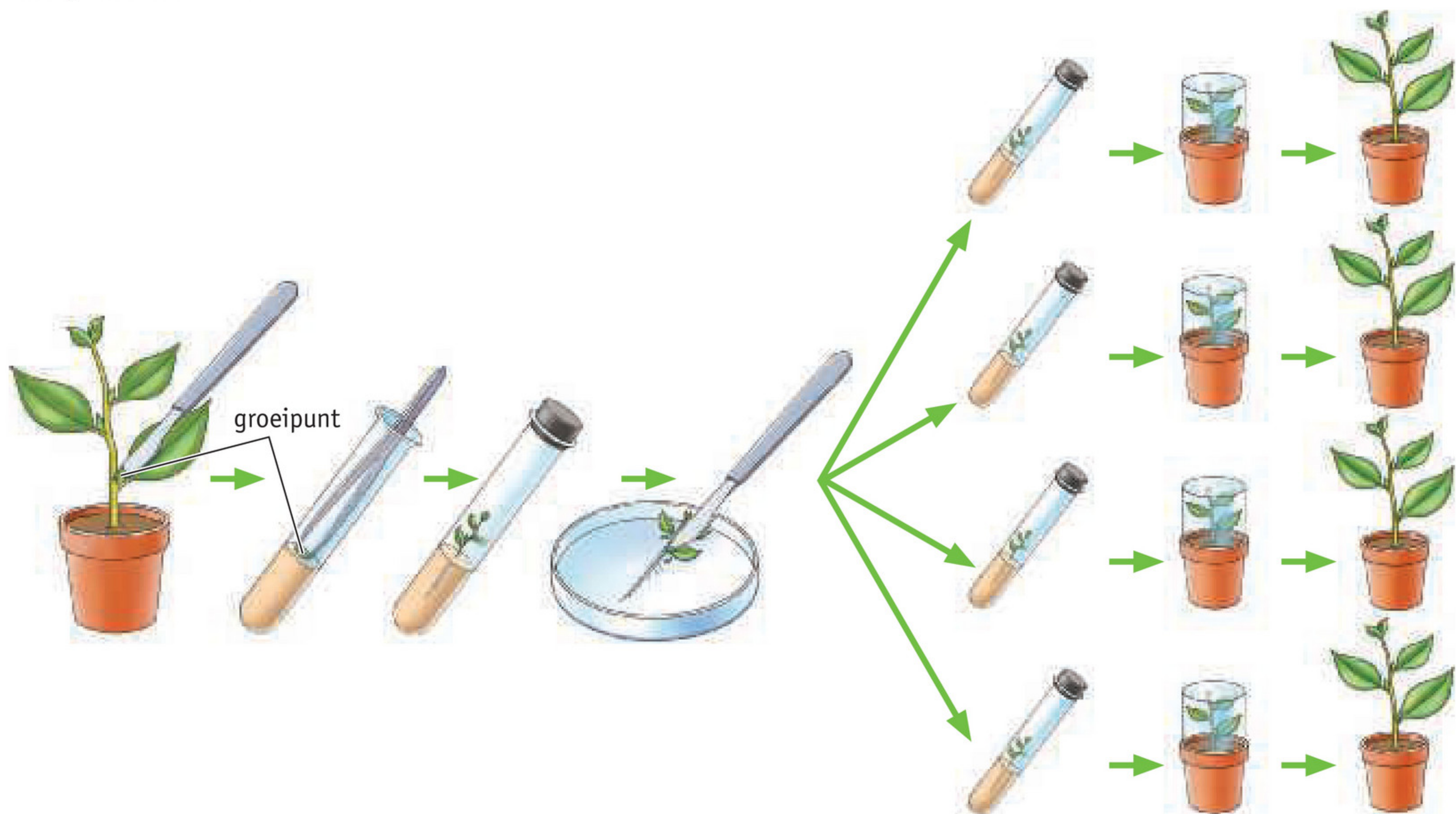


WEEFSELKWEEK

Plantenkwekers maken veel gebruik van ongeslachtelijke voortplanting. Ze noemen dit het **vermeerderen** van planten. Een eenvoudige manier van vermeerderen is stekken. Hierbij wordt een stukje stengel in een potje met water gezet. Het stengeltje gaat dan wortels vormen. Als de wortels groot genoeg zijn, wordt het stengeltje in potgrond gezet en kan het uitgroeien tot een nieuwe plant.

Een andere manier van vermeerderen is **weefselkweek** (zie afbeelding 9). Hierbij snijdt een kweker knoppen van een plant. Zo'n afgesneden knop noem je een **groeipunt**. De kweker doet de groeipunten in buisjes met een speciale voedingsbodem. De groeipunten groeien uit tot kleine plantjes. Na ongeveer zes weken zijn aan elk plantje nieuwe groeipunten ontstaan. Door deze groeipunten opnieuw in buisjes met voedingsbodem te zetten, ontstaan er steeds meer plantjes. Binnen een jaar kunnen op deze manier uit één plant meer dan vijftigduizend nieuwe planten worden gemaakt, die allemaal dezelfde erfelijke eigenschappen hebben.

Afb. 9 Weefselkweek.

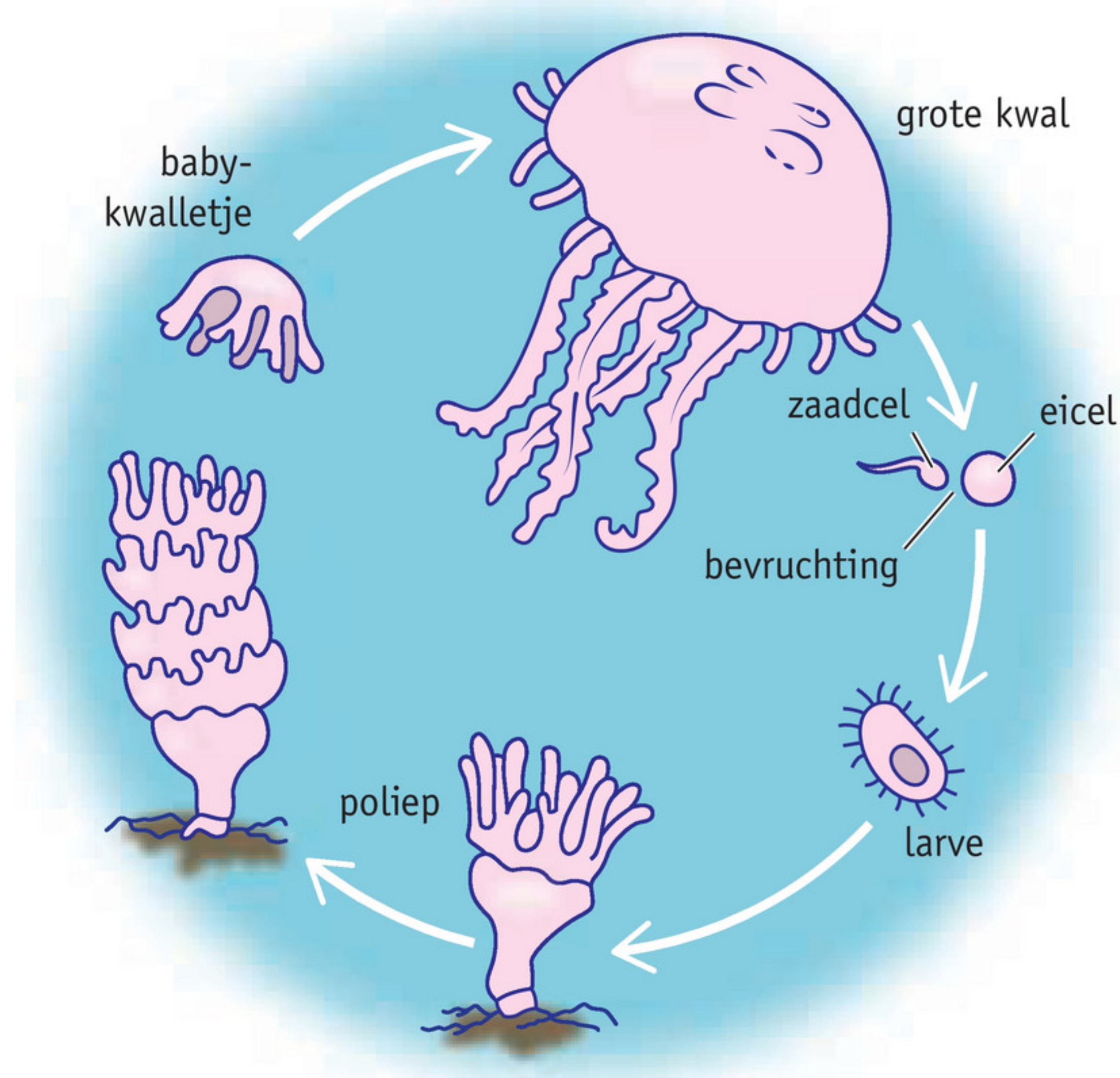


ANDERE ORGANISMEN

Niet alleen planten kunnen zich ongeslachtelijk voortplanten. Eencellige organismen, zoals bacteriën, planten zich voort door middel van celdeling. Bij celdeling vindt geen bevruchting plaats en de nakomelingen hebben hetzelfde DNA als de ouder. Gisten (eencellige schimmels) planten zich voort door knopvorming.

Vrijwel alle dieren kunnen alleen nakomelingen krijgen door geslachtelijke voortplanting. Toch zijn er enkele dieren die zich ook ongeslachtelijk voortplanten, zoals kwallen. Een kwal begint zijn leven als poliep (zie afbeelding 10). Een poliep zit vast aan de grond, met zijn mond en tentakels (vangarmen) naar boven. In de poliep ontstaan door ongeslachtelijke voortplanting kleine kwalletjes die aan elkaar vastzitten. Uiteindelijk laten de babykwalletjes los en groeien uit tot volwassen kwallen. Een kwal leeft in het water met zijn mond en tentakels naar beneden. Door geslachtelijke voortplanting ontstaat uit de geslachtscellen van twee kwallen weer een poliep.

Afb. 10 De levenscyclus van een kwal.



KENNIS

1

a Geef zes manieren van ongeslachtelijke voortplanting bij planten.

b Kies bij elk woord de juiste omschrijving.

- | | | |
|----------------|-----------------------|--|
| A bol | ☐ | ☐ 1 afgesneden knop van een plant wordt op een voedingsbodem gezet |
| B celdeling | ☐ | ☐ 2 bovengrondse stengel |
| C knol | ☐ | ☐ 3 ondergrondse stengel |
| D uitloper | ☐ | ☐ 4 uit een moeder cel ontstaat een nieuwe cel |
| E weefselkweek | ☐ | ☐ 5 verdikte bladeren |
| F wortelstok | ☐ | ☐ 6 verdikte stengel |

c Wat is het verschil in groeiwijze tussen uitlopers en wortelstokken?

2

Een bacterie deelt zich. Zijn nakomelingen delen zich na 30 minuten. De nakomelingen van deze nakomelingen delen zich ook weer na 30 minuten.

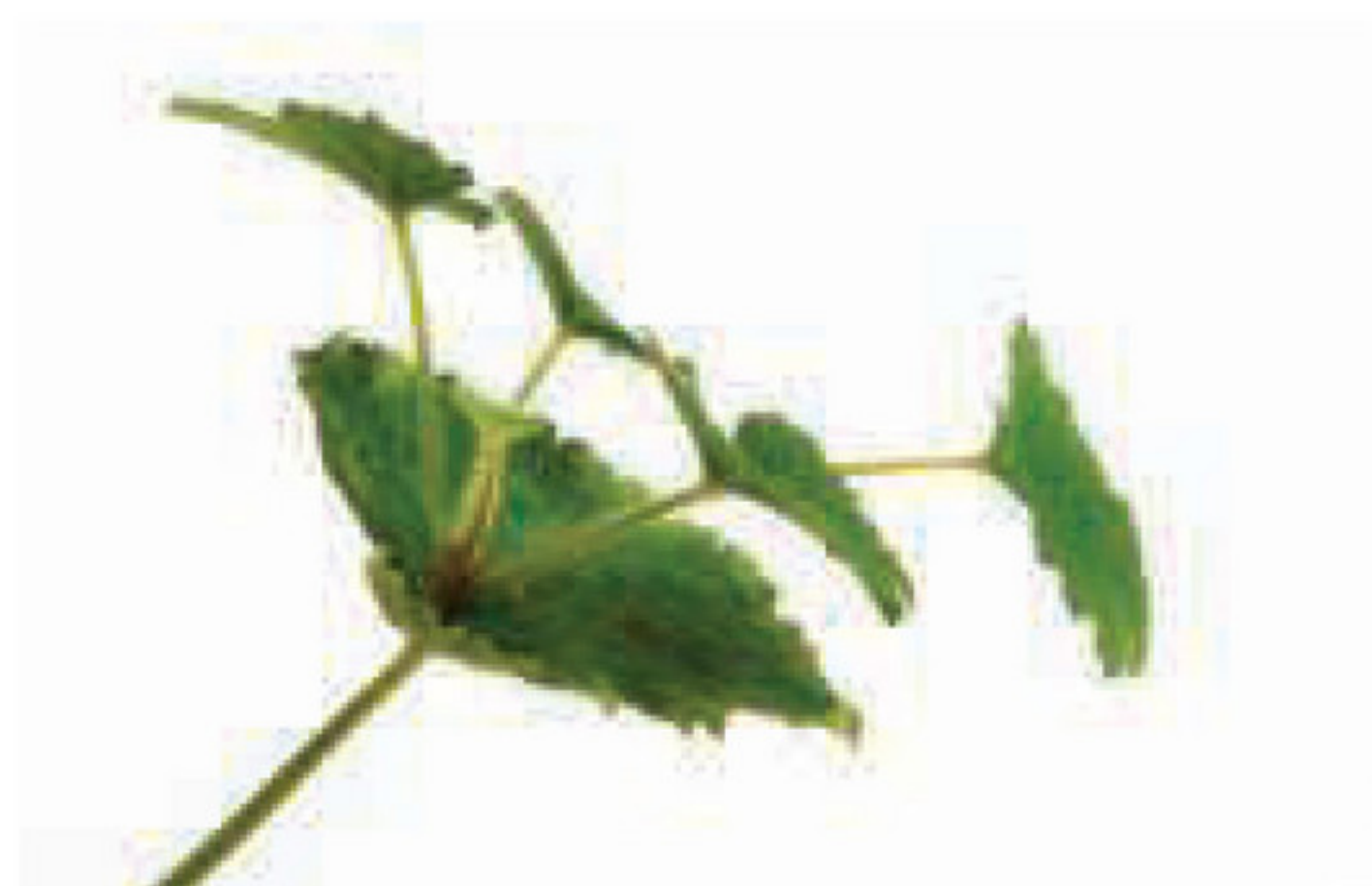
- a Hebben al deze nakomelingen dezelfde erfelijke eigenschappen als de oorspronkelijke bacterie? Leg je antwoord uit.
- b Een stadium in het leven van een kwal is de poliep. Zijn de erfelijke eigenschappen van een poliep gelijk aan die van de moederkwal? Leg je antwoord uit.

3

Een bekende kamerplant is kindje-op-moeders-schoot. Bij deze kamerplant ontstaan aan het begin van de bladschijf jonge plantjes (zie afbeelding 11). Als je deze jonge plantjes in potgrond zet, groeien ze uit tot nieuwe planten.

- a Deze nieuwe planten zijn ontstaan door *geslachtelijke voortplanting* / *ongeslachtelijke voortplanting*.
- b Hebben al deze planten dezelfde erfelijke informatie in hun cellen? Leg je antwoord uit.

Afb. 11 Kindje-op-moeders-schoot.



4



Samenvatting

Maak een samenvatting van deze basisstof.

Ongeslachtelijke voortplanting:

-
-
-

Voorbeelden:

- bacteriën:
- schimmels:
- dieren:
- planten:

INZICHT

5

Een krokus heeft een knol en geen bol, zoals vaak wordt gedacht. In afbeelding 12.1 zie je een foto van een doorgesneden krokusknol.

- a Waaruit blijkt dat de krokus een knol heeft en geen bol? Geef een kenmerk dat je kunt zien in afbeelding 12.1.
- b In afbeelding 12.2 zie je knoflook. Elk knoflookteentje bestaat uit twee rokken en een knop. In afbeelding 12.3 zie je radijsjes. Leg uit welke van de twee een bol is en welke een knol.

Afb. 12 Bollen en knollen.

1 krokus



2 knoflook



3 radijs

6

De voortplanting van een paardenbloem vindt meestal plaats door apomixie. Daarbij groeit het vruchtbeginsel uit tot een vrucht met zaad zonder dat de eicel bevrucht is.

- Is apomixie een vorm van geslachtelijke of van ongeslachtelijke voortplanting?
geslachtelijke voortplanting / ongeslachtelijke voortplanting
- Hebben de nakomelingen die via apomixie zijn ontstaan, allemaal dezelfde erfelijke eigenschappen? Leg je antwoord uit.
- Zien al deze planten er hetzelfde uit als ze volwassen zijn? Leg je antwoord uit.

7

Pinda's groeien in pindadoppen die tussen de wortels van pindaplanten in de grond zitten. Daarom worden pinda's ook wel aardnoten genoemd. Als een pinda in de grond blijft zitten, kan vanuit de kiem in de pinda een nieuwe pindaplant groeien.

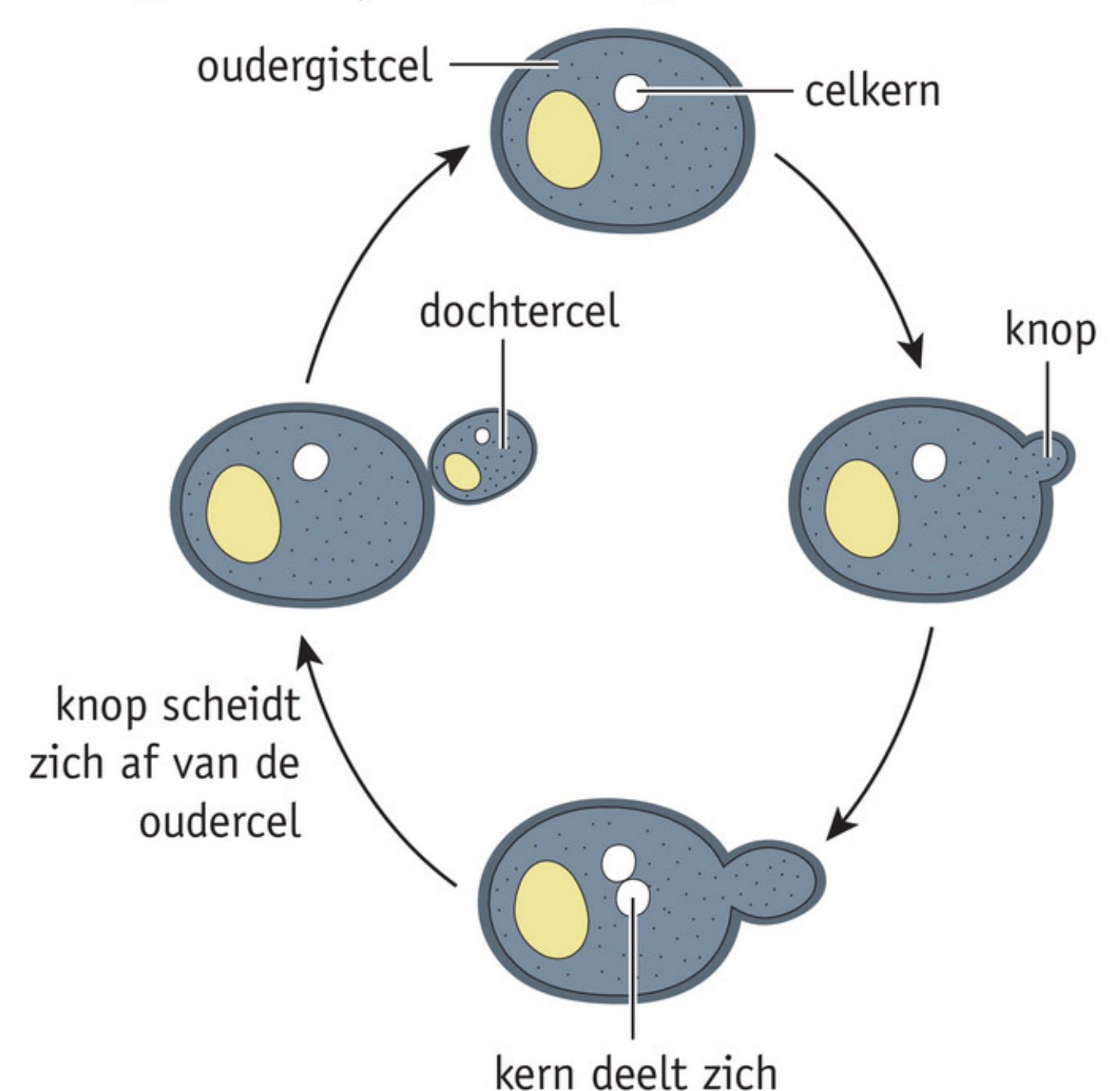
Welk bewering over pindadoppen met pinda's is juist?

- ☐ A Pindadoppen zijn stengelknollen (vergelijkbaar met aardappels) waarin knoppen zijn gevormd.
- ☐ B Pindadoppen zijn vruchten (vergelijkbaar met peulvruchten) waarvan de steel naar beneden is gegroeid.
- ☐ C Pindadoppen zijn wortelknollen (vergelijkbaar met radijsjes) waarin zaden tot ontwikkeling komen.

8

Afbeelding 13 is een schematische tekening van de voortplanting van gist: een eencellige schimmel. Deze manier van voortplanting heet knopvorming: door afsnoering van de knop ontstaat een nieuwe gistcel.

- Heeft de nieuwe gistcel andere erfelijke eigenschappen dan de oudercel? Leg je antwoord uit.
- Bij een gistcel ontstaat een nieuwe eigenschap: de cel kan zich sneller delen bij een lage temperatuur. Kunnen de nakomelingen van deze gistcel zich ook sneller delen? Leg je antwoord uit.

Afb. 13 Levenscyclus van een gistcel.

9

- a** Een boer heeft een aardappelplant met goede eigenschappen. Hij wil aardappels kweken met precies dezelfde eigenschappen als de aardappels van deze plant. Kan hij beter knollen van de plant poten, of zaad van de plant zaaien? Leg je antwoord uit.
- b** Een aardappelkweker verzamelt aardappels van verschillende rassen bij verschillende boeren. De kweker selecteert knollen van de rassen met de grootste aardappels uit zijn verzameling om ongeslachtelijk verder te kweken. Heeft dat zin, als zijn doel is om grote aardappels te verkrijgen? Leg je antwoord uit.
- c** Een Nederlandse boer heeft een verzameling aardappels van het ras 'bintje'. Alle aardappels zijn afkomstig van dezelfde plant. Hij selecteert de grootste aardappels om ongeslachtelijk verder te kweken. Heeft dat zin, als zijn doel is om grote aardappels te verkrijgen? Leg je antwoord uit.

+ 10

De ontwikkeling van het leven op aarde waarbij soorten ontstaan, veranderen en verdwijnen, noem je evolutie. Evolutie vindt plaats door variatie en selectie. Leg uit dat selectie niet mogelijk is als organismen zich ongeslachtelijk voortplanten.

SAMENHANG leefwereld

ONGEWENSTE GASTEN

In de duinen tussen Noordwijkerhout en Wassenaar liggen op sommige plekken zwarte doeken op de grond, over de begroeiing heen. De duinbeheerder heeft ze neergelegd op plaatsen waar een ongewenste plant groeit. Het gaat om de zwarte engbloem (*Vincetoxicum nigrum*). Dit is een zeer giftige klimplant. De zwarte engbloem is oorspronkelijk geen Nederlandse plant. Hoogstwaarschijnlijk is het zaad in Nederland gekomen als vogelvoer uit Zuid-Europa. Het aantal zwarte engbloemplanten neemt toe en de plant overwoekert en verdringt planten die van nature in het gebied groeien. De zwarte engbloem bloeit met diep paarszwarte bloemen die ruiken naar rottend fruit. De zaden worden door de wind verspreid. De plant vormt naast bloemen ook wortelstokken om zich voort te planten.

Afb. 14 Zwarte engbloem.



11

Lees de tekst 'Ongewenste gasten'.

- a** De duinbeheerder legt als experiment zwarte doeken neer. Leg uit hoe dit ervoor kan zorgen dat de zwarte engbloem afsterft.
- b** De duinbeheerder probeert de uitheemse plant ook te bestrijden door te maaien voordat de vruchten zijn ontwikkeld. Waarom maait de duinbeheerder voordat de vruchten zijn ontwikkeld?
- c** Kan de duinbeheerder de plant uit het gebied wegekrijgen door te maaien?

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

6 Geslachtelijke voortplanting

LEERDOELEN

- 6.6.10 Je kunt uitleggen dat bij geslachtelijke voortplanting elk van de ouders 50% van het DNA levert.
- 6.6.11 Je kunt voorbeelden geven van geslachtelijke voortplanting.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	6.6.10	6.6.11	3.2.5**	6.5.8*
Onthouden				
Begrijpen	1, 2, 3, 5ab, 6d, 11a	3		11b
Toepassen	4, 5c, 6bce, 8ac, 9abc, 11c			6ac, 8b
Analyseren	5d, 7, 8d, 9d, 10, 11de		10	10

*Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.
**Dit leerdoel vind je in een ander thema.

Als de kern van een stuifmeelkorrel versmelt met de kern van de eicel in het zaadbeginsel, vindt bevruchting plaats. Twee geslachtscellen versmelten tot een bevruchte eicel.

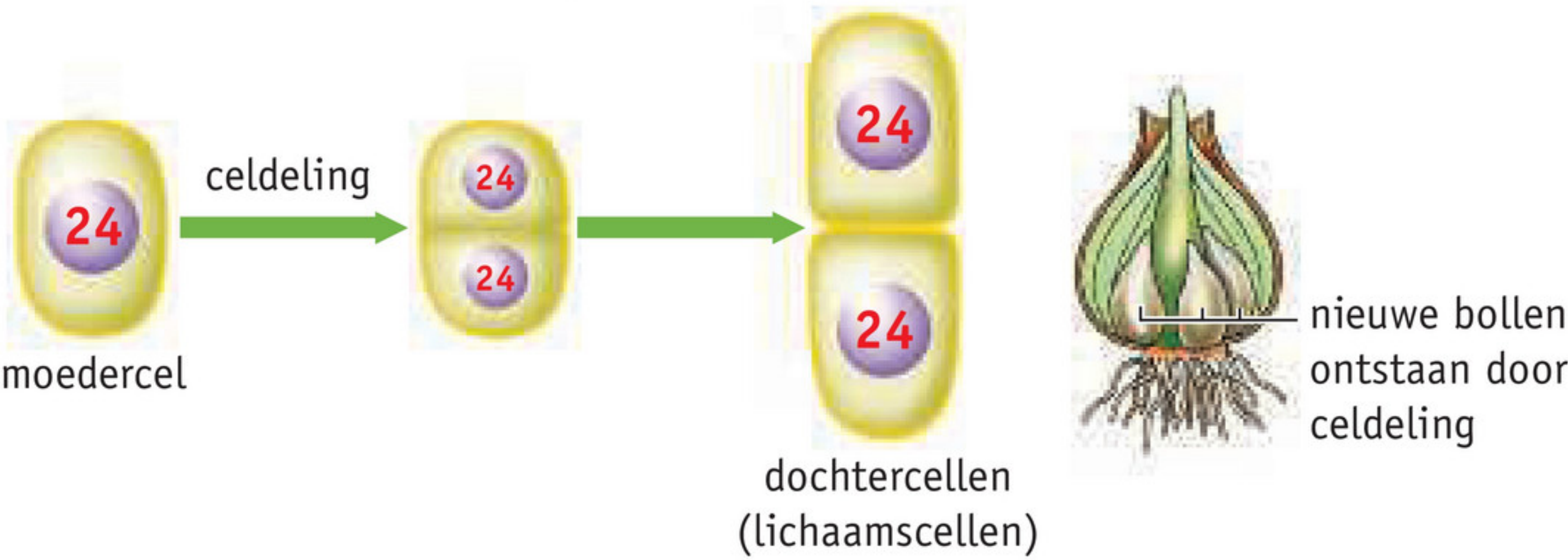
GESLACHTSCELLEN

Als bij voortplanting bevruchting plaatsvindt, noem je dat geslachtelijke voortplanting. Bij zaadplanten vindt geslachtelijke voortplanting plaats als de kern van een stuifmeelkorrel (de mannelijke geslachtscel) versmelt met de kern van een eicel (de vrouwelijke geslachtscel). Uit een bevruchte eicel kan door celdeling een nieuw organisme ontstaan. Bij geslachtelijke voortplanting zijn altijd twee **geslachtscellen** betrokken. Bij zaadplanten kunnen deze geslachtscellen afkomstig zijn van dezelfde plant. Dat is het geval bij zelfbestuiving. De geslachtscellen kunnen ook afkomstig zijn van twee verschillende planten (van dezelfde soort). Dat is het geval bij kruisbestuiving.

ONTSTAAN VAN GESLACHTSCELLEN

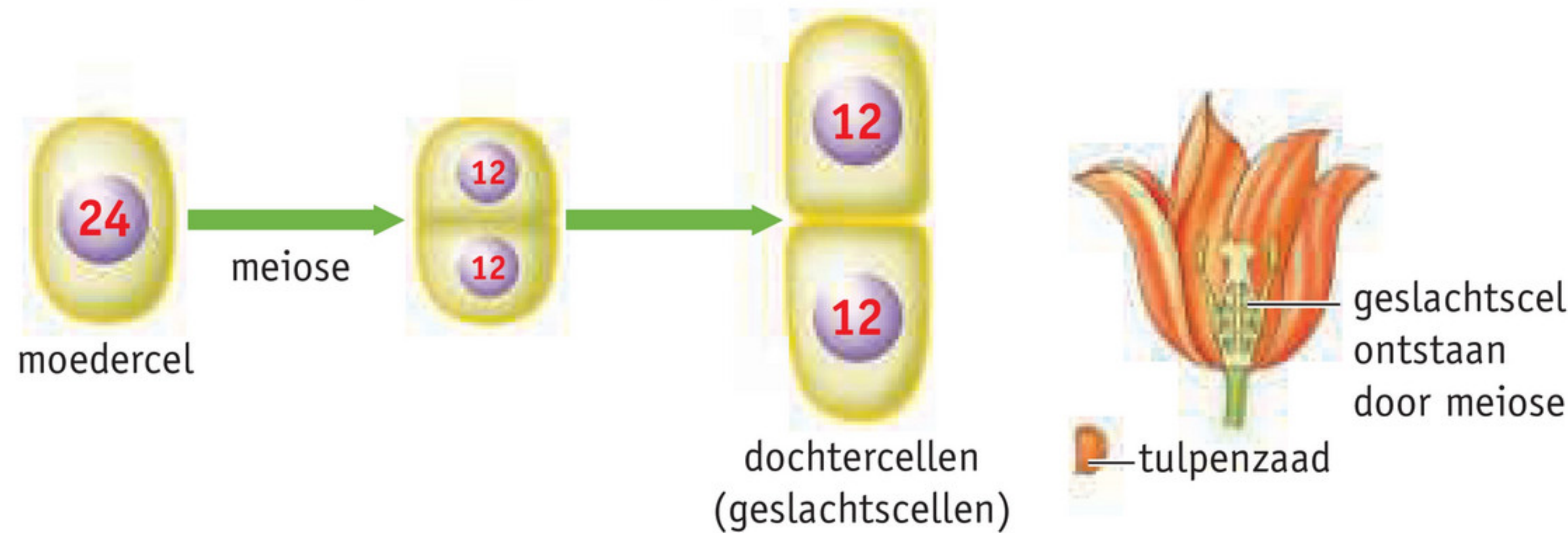
Bij een tulp vindt ongeslachtelijke voortplanting plaats door bollen. Alle cellen van een bol zijn ontstaan door celdeling. Een moedercel van een tulp heeft 24 chromosomen (zie afbeelding 1). Bij elke celdeling worden de chromosomen eerst gekopieerd en daarna verdeeld over de dochtercellen (lichaamscellen). Na ongeslachtelijke voortplanting hebben de cellen van de nakomelingen allemaal hetzelfde aantal chromosomen en hetzelfde DNA als de ouderplant.

Afb. 1 Ongeslachtelijke voortplanting bij een tulp.



Bij tulpen vindt ook geslachtelijke voortplanting plaats met zaden. Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan geslachtscellen. Dat gebeurt door een speciale celdeling die **meiose** heet. Bij meiose worden de chromosomen niet gekopieerd, maar verdeeld over de dochtercellen (geslachtscellen). Geslachtscellen hebben daardoor de helft van het aantal chromosomen van de moedercel (zie afbeelding 2).

Afb. 2 Geslachtelijke voortplanting bij een tulp.



BEVRUCHTING

Als een stuifmeelkorrel van een tulp (met 12 chromosomen) versmelt met een eikel van een tulp (ook 12 chromosomen), ontstaat een bevruchte eikel met 24 chromosomen. Door gewone celdeling ontstaat uit de bevruchte eikel een kiem (24 chromosomen per cel). Uit de kiem kan een kiemplantje groeien. De nieuwe tulpenplant heeft 24 chromosomen per cel.

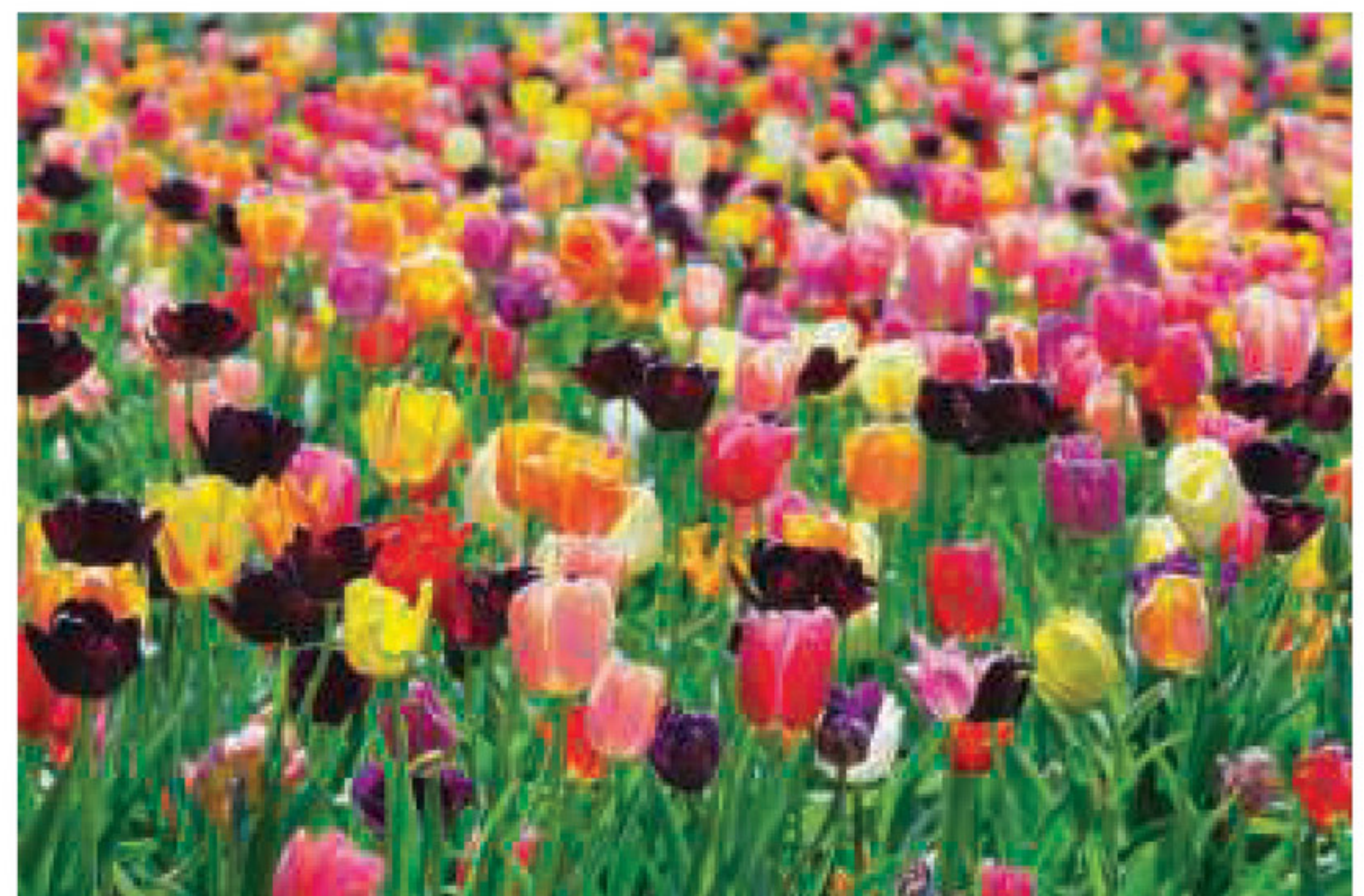
Tussen twee organismen van dezelfde soort bestaan kleine verschillen (variatie). Ook in het DNA van de twee organismen zijn er kleine verschillen (zie afbeelding 3). Door kruisbestuiving komt het DNA van twee verschillende planten (met kleine verschillen in hun DNA) bij elkaar. Elk van de ouders levert 50% van het DNA. Het DNA van de nakomelingen bij geslachtelijke voortplanting is daardoor niet precies gelijk.

Bij geslachtelijke voortplanting hebben de nakomelingen niet precies dezelfde erfelijke eigenschappen als de ouders.

Afb. 3 Ongeslachtelijke en geslachtelijke voortplanting.



1 ongeslachtelijke voortplanting door bollen: het DNA van de tulpen is precies gelijk



2 geslachtelijke voortplanting door zaden: het DNA is niet precies gelijk

DIEREN

Bij dieren vindt geslachtelijke voortplanting plaats. Ook bij dieren versmelt de kern van een mannelijke geslachtscel (zaadcel) met de kern van een vrouwelijke geslachtscel (eicel). De geslachtscellen ontstaan door meiose. De nakomelingen hebben daardoor niet precies dezelfde erfelijke eigenschappen als de ouders (zie afbeelding 4).

Afb. 4 Geslachtelijke voortplanting bij dieren.



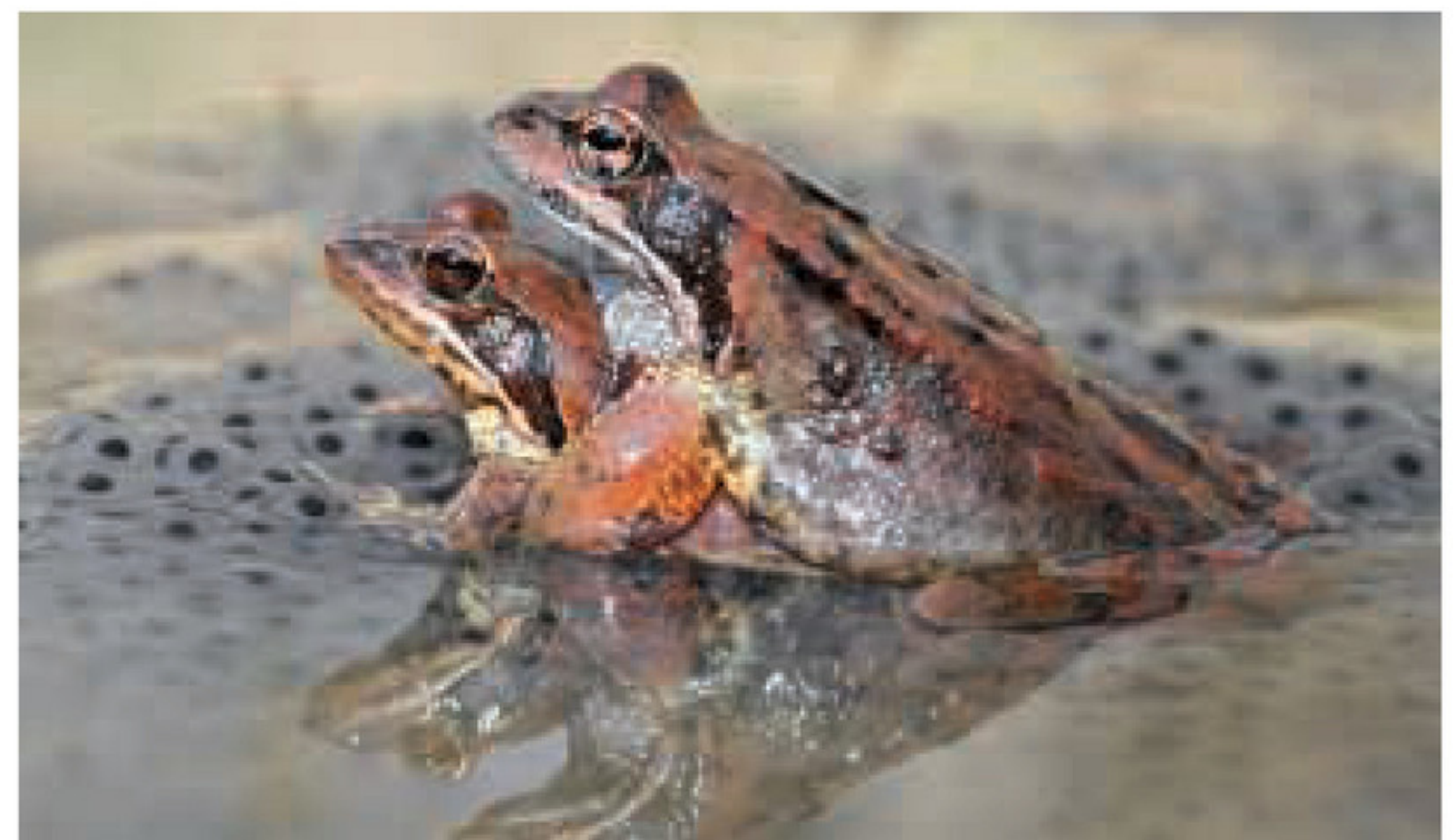
Bij vogels komen de jongen (kuikens) uit een ei. Ook andere dieren leggen eieren, zoals kikkers, vissen en insecten. Dieren die hun eieren op het land leggen, vormen een schaal om de eieren. De schaal beschermt de eieren tegen uitdroging. Dieren die hun eieren in het water leggen, hoeven geen eischaal te vormen. Bij dieren die in het water leven, kan **uitwendige bevruchting** voorkomen. Zowel de eicellen als de zaadcellen worden dan in het water afgezet (zie afbeelding 5). De bevruchting vindt in het water plaats. Dit komt bijvoorbeeld voor bij vissen. De vrouwtjesvis zet de eitjes af. Het mannetje bevrucht de eitjes, bijvoorbeeld door eroverheen te zwemmen terwijl hij zijn zaadcellen afgeeft.

Afb. 5 Vissen leggen en bevruchten eitjes in het water.



— eitjes

Afb. 6 Parende kikkers.



Bij kikkers zit het mannetje tijdens de paring boven op het vrouwtje (zie afbeelding 6). Het mannetje geeft zaadcellen af net op het moment dat het vrouwtje eicellen afzet. De bevruchting vindt plaats in het water (uitwendige bevruchting). Het mannetje kan wel enkele dagen op het vrouwtje blijven zitten.

Bij insecten vindt meestal **inwendige bevruchting** plaats. De bevruchting vindt dan plaats in het lichaam van het vrouwtje. Na de bevruchting zet het vrouwelijke insect eitjes af, waarin zich larven ontwikkelen. Bij libellen heeft het mannetje een grijporgaan aan het eind van zijn achterlijf. Daarmee grijpt hij tijdens de paring het vrouwtje in de nek vast (zie afbeelding 7).

Ook bij vogels en zoogdieren vindt inwendige bevruchting plaats.

Afb. 7 Paring bij libellen.



KENNIS

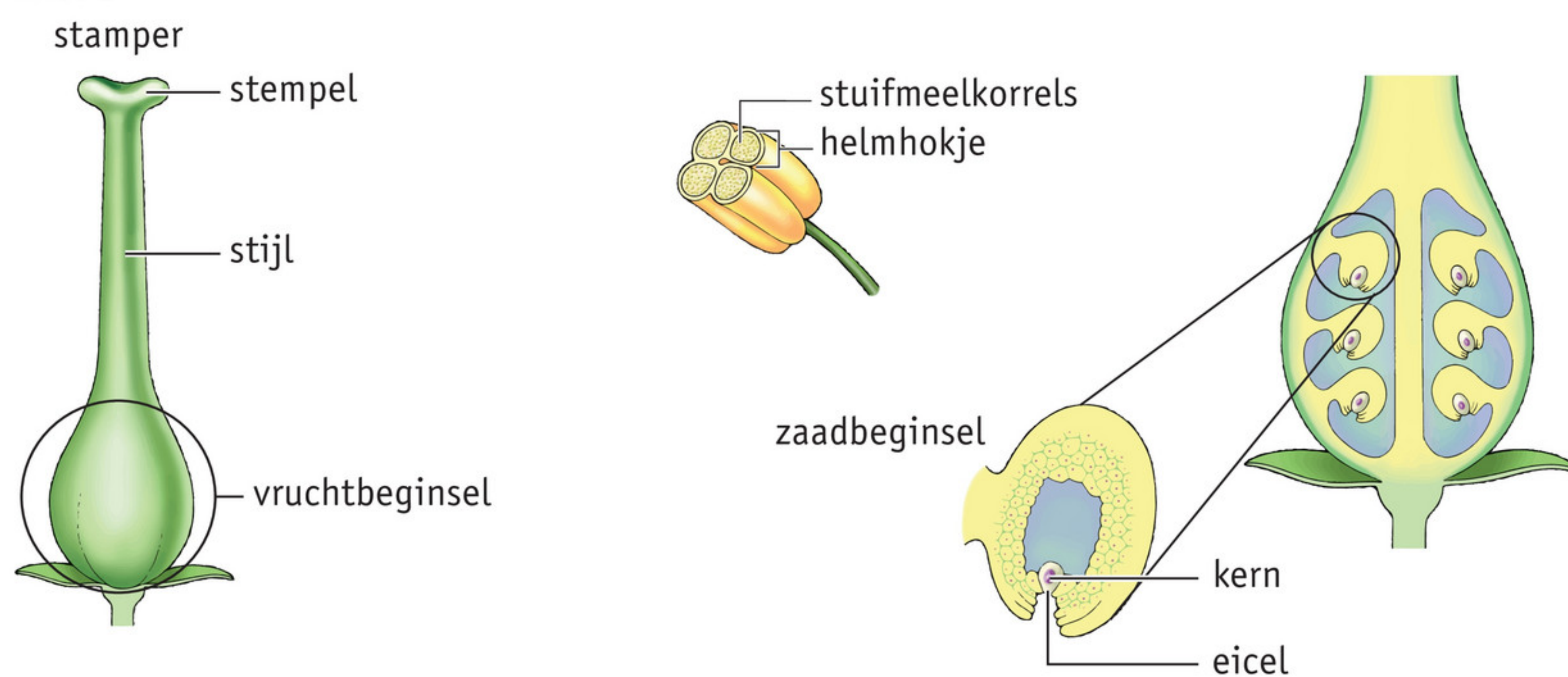
1



In afbeelding 8 zie je delen van een bloem.

- Zet bij elk deel of een cel van dat deel de helft van het aantal chromosomen heeft (*helft*) of het normale aantal (*normaal*).
- Is zelfbestuiving een vorm van geslachtelijke of ongeslachtelijke voortplanting? Leg je antwoord uit.

Afb. 8



2

In afbeelding 9 zie je een echtpaar met hun twee kinderen.
Leg uit waardoor hun kinderen een lichtere huidskleur hebben dan de moeder en een donkerder huidskleur dan de vader.

Afb. 9



3

Samenvatting

Maak een samenvatting van deze basisstof. Beantwoord daarvoor de vragen.

- Wat zijn de kenmerken van geslachtelijke voortplanting?
- Hoe worden geslachtscellen gevormd?
- Hoe heten de geslachtscellen bij planten en bij dieren?
- Wat gebeurt er bij bevruchting met de erfelijke informatie?
- Op welke twee manieren vindt bevruchting plaats bij dieren?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

INZICHT

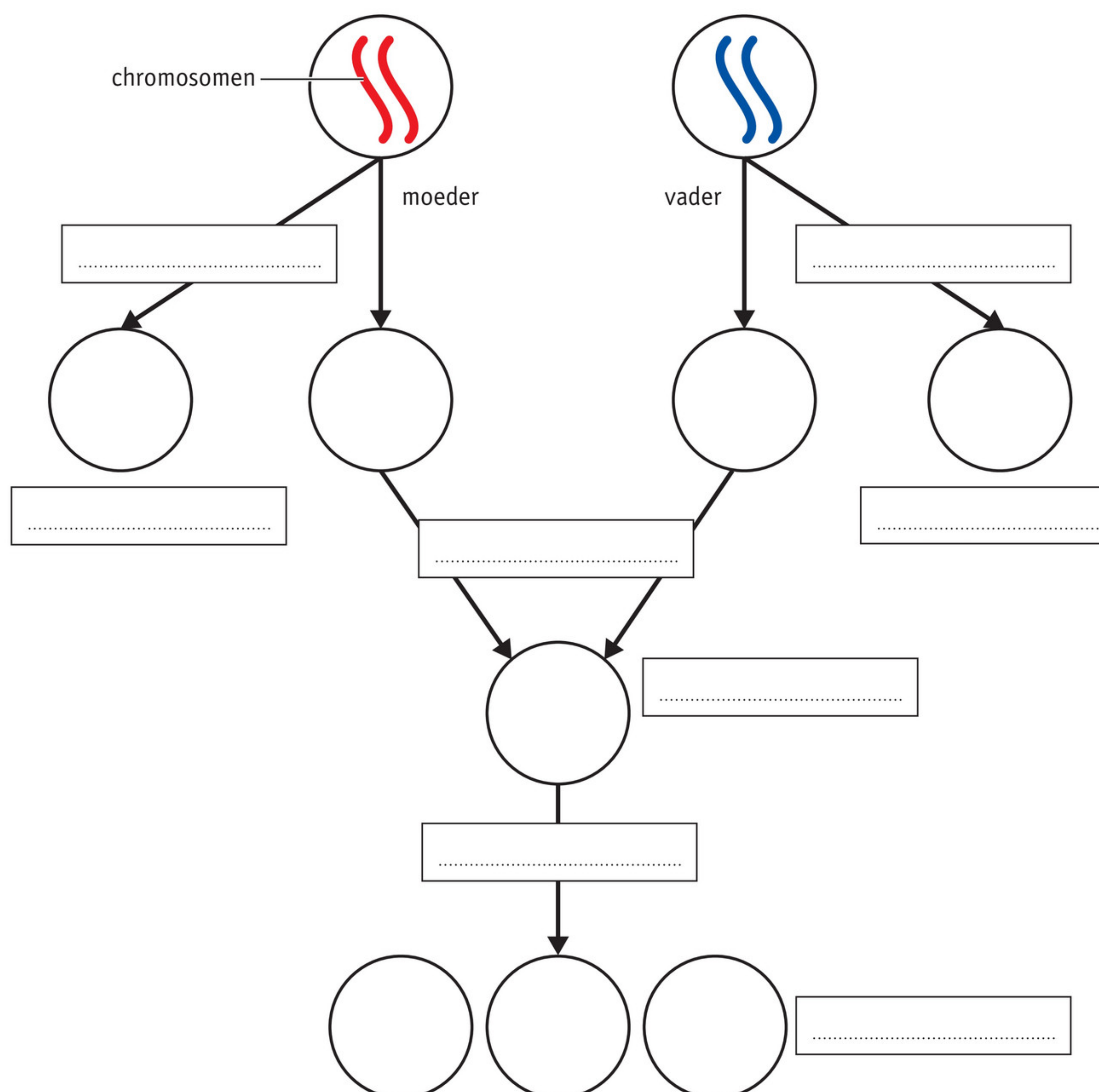
4



In afbeelding 10 zie je een schema van meiose en bevruchting. Elke cirkel stelt een celkern voor. Een celkern van een lichaamscel bevat bij dit organisme twee chromosomen.

- Teken in elke lege celkern het juiste aantal chromosomen, in de juiste kleur.
- Vul het schema in. Gebruik daarbij: *bevruchte eicel* – *bevruchting* – *celdeling* – *geslachtscel* – *lichaamscel* – *meiose*. Sommige woorden moet je vaker gebruiken.

Afb. 10



5

De *Allium cepa* is een uiensoort die in Nederland voorkomt. Deze uiensoort heeft 16 chromosomen in de cellen van de uienbol.

a Hoeveel chromosomen zitten er in de celkern van:

- 1 een blad? $8 / 16 / 32$
- 2 een stamper? $8 / 16 / 32$
- 3 een stuifmeelkorrel? $8 / 16 / 32$

b Als een boer het volgende jaar uienplanten met dezelfde erfelijke eigenschappen wil kweken, moet hij dan de zaden of de bollen gebruiken? Leg je antwoord uit.

c Aan een uienplant groeien vruchten met daarin zaden.

- 1 De erfelijke informatie in de cellen van een blad en de cellen van de zaden is *gelijk / verschillend*.
- 2 De erfelijke informatie in de cellen van een blad en de cellen van het vruchtvlees is *gelijk / verschillend*.

- d** Op de chromosomen in een zaadje van een uienplant ligt de informatie die de smaak van een ui bepaalt.

Bevat een bladcel ook erfelijke informatie voor de uiensmaak? Leg je antwoord uit.

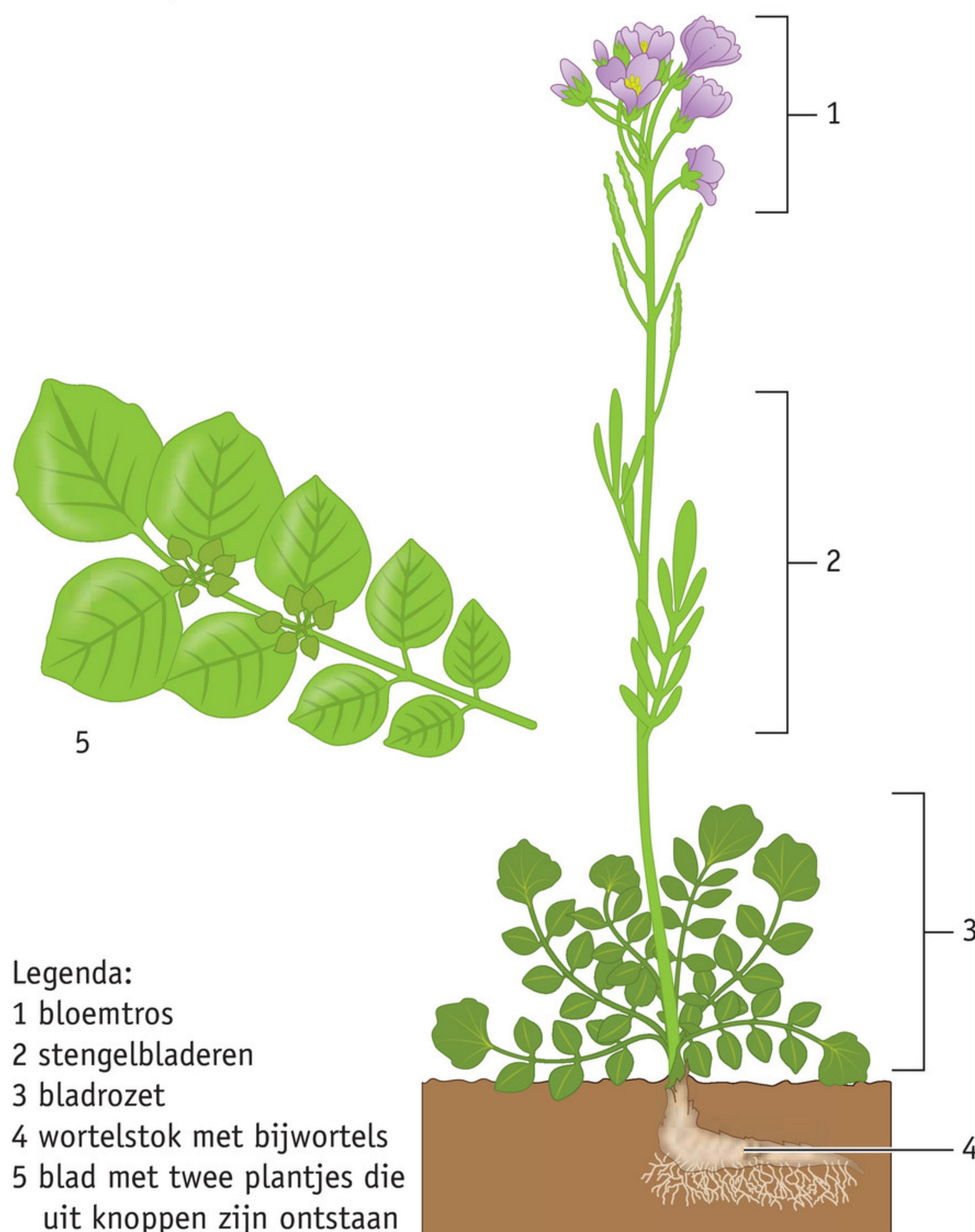
6

In afbeelding 11 is een pinksterbloem getekend. Vijf delen van deze plant zijn met nummers aangegeven.

- a** In welk deel of welke delen kan gewone celdeling plaatsvinden? $1 / 2 / 3 / 4 / 5$
- b** In welk deel of welke delen kan meiose plaatsvinden? $1 / 2 / 3 / 4 / 5$
- c** Een bevruchte eicel in een pinksterbloem ontwikkelt zich tot een kiem in een zaad.
Door welk type celdeling vindt deze ontwikkeling plaats?
door gewone celdeling / door meiose
- d** Een cel uit het blad van een pinksterbloem bevat 56 chromosomen.

Hoeveel chromosomen bevat een cel in de kiem van een zaad?
- e** Twee groepen pinksterbloemen planten zich voort. Groep A plant zich voort met deel 1, groep B plant zich voort met deel 5.
In welke groep zal het uiterlijk van de pinksterbloemen onderling het meest verschillen? Leg je antwoord uit.

Afb. 11 De pinksterbloem.



7

Snijbonen zijn onrijpe peulvruchten die als groente worden gegeten. Een bepaalde cel van een snijbonenplant heeft 11 chromosomen.

- a** Kan deze cel afkomstig zijn uit de peulvrucht van een snijbonenplant? Leg je antwoord uit.
- b** Kan deze cel een stuifmeelkorrel zijn? Leg je antwoord uit.

8

Een moederbladluis (1) die uit een eitje is gekomen, kan zich ongeslachtelijk voortplanten. De nakomelingen (2) zijn na enkele dagen volwassen en kunnen zich dan ook weer ongeslachtelijk voortplanten. In korte tijd ontstaan zo heel veel nakomelingen (3). In het najaar worden, onder invloed van kou, via ongeslachtelijke voortplanting naast vrouwtjes (4) ook mannetjes (5) geboren. Als deze mannetjes paren met vrouwtjesbladluizen, leggen deze vrouwtjes eitjes. Daaruit komen in het voorjaar weer moederbladluizen (6).

Organismen noem je 'genetisch gelijk' aan elkaar als hun chromosomen exact dezelfde erfelijke informatie bevatten.

- Welke nakomelingen zijn genetisch gelijk? nakomelingen 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6
- Bladluizen kunnen in een korte tijd veel nakomelingen krijgen. Dat komt onder andere doordat ze binnen enkele dagen volwassen zijn.
Wat is de tweede oorzaak? Leg je antwoord uit.
- Heeft de moederbladluis (1) een vader? Leg je antwoord uit.
- Welke bladluis heeft geen vader, maar wel een grootvader?
 - ☐ A bladluis 1
 - ☐ B bladluis 2
 - ☐ C bladluis 3

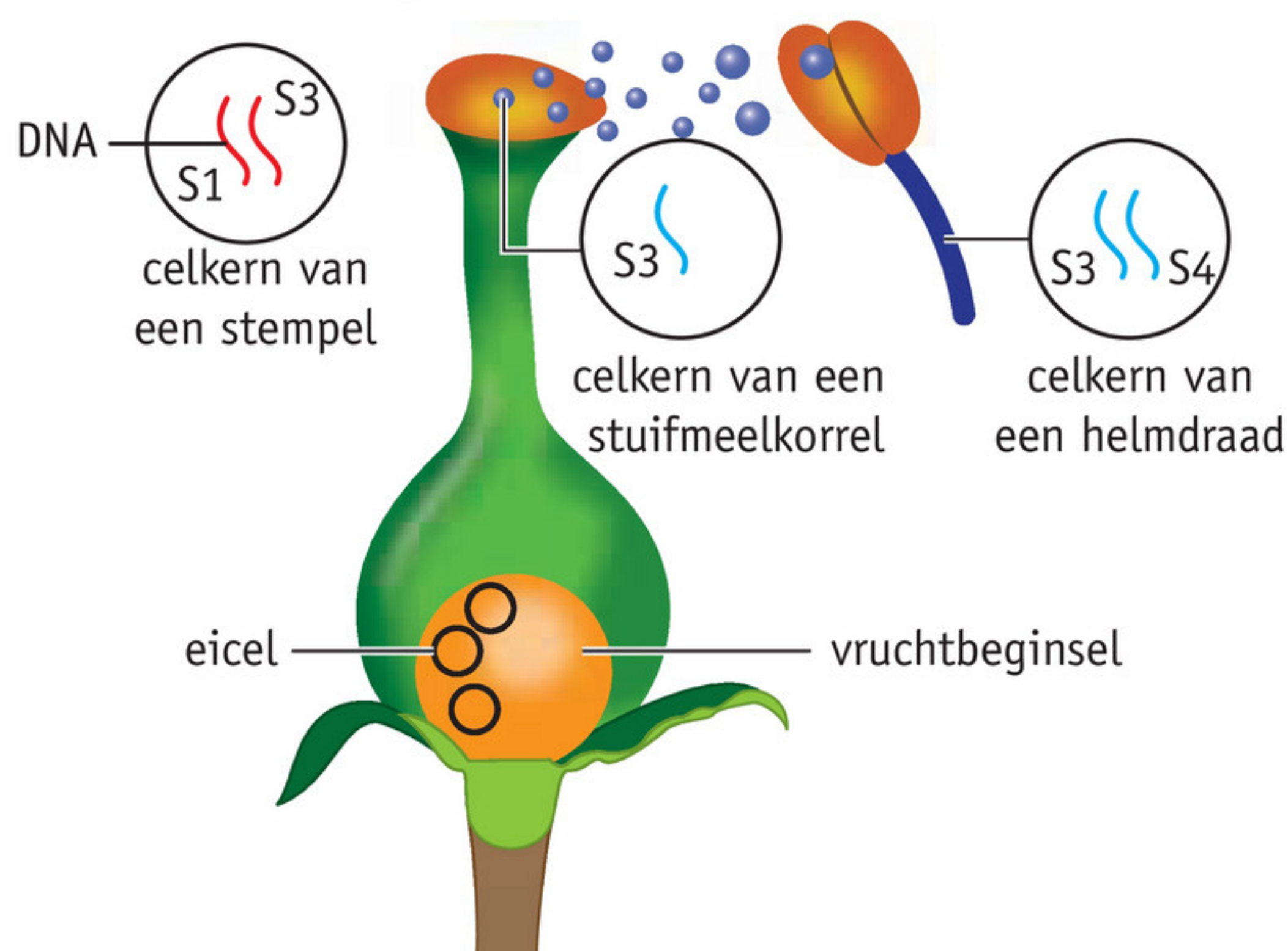
9

Bij zelfbestuiving ontstaat bij de nakomelingen geen variatie in erfelijke eigenschappen. Dit kan nadelig zijn voor de plantensoort. Planten kunnen zelfbestuiving voorkomen met behulp van een gen in hun DNA. Dit gen heet S en komt in verschillende varianten voor: S₁, S₂, S₃, enzovoort. Elke cel van een plant heeft twee van deze genen. Een plant kan in een cel bijvoorbeeld gen S₁ en gen S₃ hebben (zie afbeelding 12). Bij meiose worden deze genen verdeeld over de twee dochtercellen. Een geslachtscel van deze plant heeft dus of S₁ of S₃.

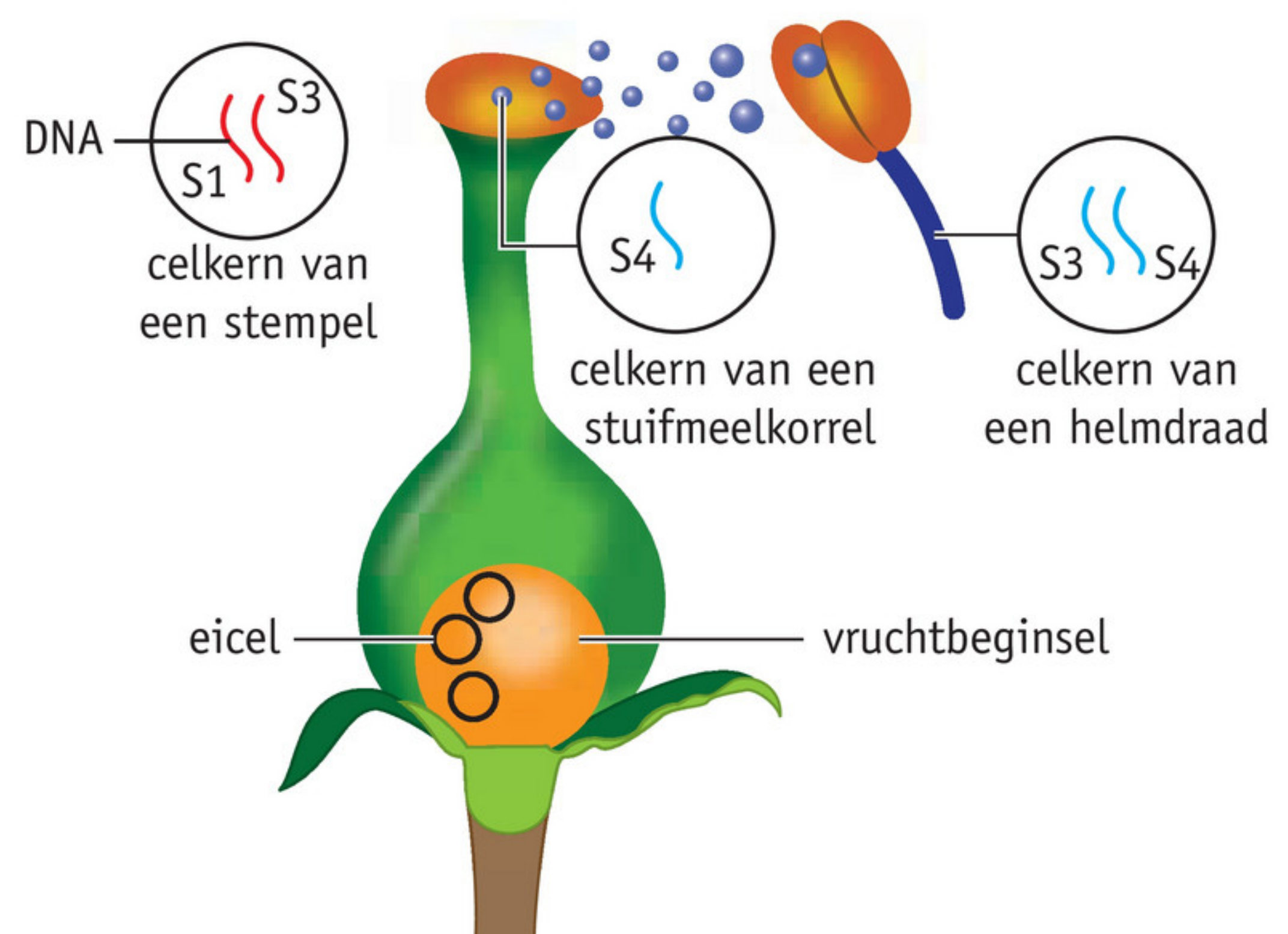
Als een S₁-stuifmeelkorrel terechtkomt op de stempel van dezelfde plant (S₁S₃), zal dit niet leiden tot bevruchting, omdat in de stempel ook het gen S₁ voorkomt.

- In afbeelding 12 zie je twee situaties waarbij een stuifmeelkorrel op de stempel terechtkomt.
In welke situatie(s) kan dit leiden tot bevruchting?
 - ☐ A alleen in situatie 1
 - ☐ B alleen in situatie 2
 - ☐ C in beide situaties
 - ☐ D in geen van beide situaties
- Welk gen heeft of welke genen hebben het vruchtbeginsel in afbeelding 12?
- Welk gen heeft of welke genen hebben een eikel in afbeelding 12?
- Welk gen of welke genen kan de eikel hebben na bevruchting?

Afb. 12 Bestuiving



situatie 1



situatie 2

+ 10

Twee voordelen van ongeslachtelijke voortplanting zijn dat organismen in korte tijd veel nakomelingen kunnen krijgen en dat de voortplanting minder energie kost dan geslachtelijke voortplanting. Ongeslachtelijke voortplanting heeft echter een groot nadeel. Dit heeft te maken met de overlevingskansen van de nakomelingen, als de omstandigheden in hun leefomgeving veranderen.

Wat is het nadeel van ongeslachtelijke voortplanting (en het voordeel van geslachtelijke voortplanting)?

SAMENHANG beroep

HOOFD VEREDELING

Gerard Zwiers is hoofd veredeling bij Schoneveld Breeding, een bedrijf voor plantenveredeling. 'Bij veredelen worden planten met elkaar gekruist, waardoor ze nieuwe eigenschappen krijgen', zegt Gerard. 'Kennis over DNA is hiervoor erg belangrijk. Wij maken sierplanten met bijzonder blad, bloemvorm of kleur. Hiervoor maken we gebruik van plantensoorten met veel verschillende erfelijke eigenschappen, want als een erfelijke eigenschap niet van nature in de plantensoort zit, is het moeilijk om die erin te krijgen.

Wij oogsten zaad en stuifmeel. Dat stuifmeel gebruiken we om bloemen van andere planten te bestuiven. Dat doen we heel zorgvuldig met een penseeltje. Dat kost erg veel tijd. We willen niet dat bloemen worden bevrucht door stuifmeel van andere planten in de kas. Daarom zijn er speciale zones in de kas waar de meeldraden uit de bloemen worden verwijderd.

Vandaar dat we blij waren dat een assistent-veredelaar bij toeval een plant zonder meeldraden vond. Die plant willen we graag gebruiken in ons veredelingsprogramma. Als hoofd veredeling probeer ik zo goed mogelijk voorbereid te zijn op toekomstige ontwikkelingen. Stel dat je nu een plant ontwikkelt die goed tegen bladluis kan en de overheid besluit over vijf jaar dat je niet meer mag spuiten tegen bladluis, dan ben je mooi op tijd. Als kind was ik al gefascineerd door het kweken van planten. Het is prachtig dat ik van mijn hobby mijn beroep heb kunnen maken.'

Afb. 13 Hoofd veredeling Gerard Zwiers.

**11**

Lees de tekst 'Hoofd veredeling'.

- a** Gerard wil een plant met paarse bloemen kweken. Hij heeft planten met rode, gele, blauwe en witte bloemen.
Leg uit dat hij de planten geslachtelijk moet laten voortplanten.
- b** Als hij een plant met paarse bloemen heeft, zal hij deze ongeslachtelijk vermeerderen voor de verkoop.
Leg uit dat hij de planten ongeslachtelijk moet vermeerderen.
- c** Leg uit dat een veredelaar veel moet weten over het DNA van de planten waarmee hij werkt.
- d** Stel dat Gerard inderdaad een plant ontwikkelt die bestand is tegen bladluizen. Hoe zou zijn kennis dan gebruikt kunnen worden om bonenplanten te ontwikkelen die geen last hebben van bladluizen?
- e** Gerard wil de plant zonder meeldraden gebruiken bij de veredeling.
Welke twee voordelen heeft het gebruik van deze plant bij de bestuiving?

Samenhang

MOT GAAT TOT HET GAATJE

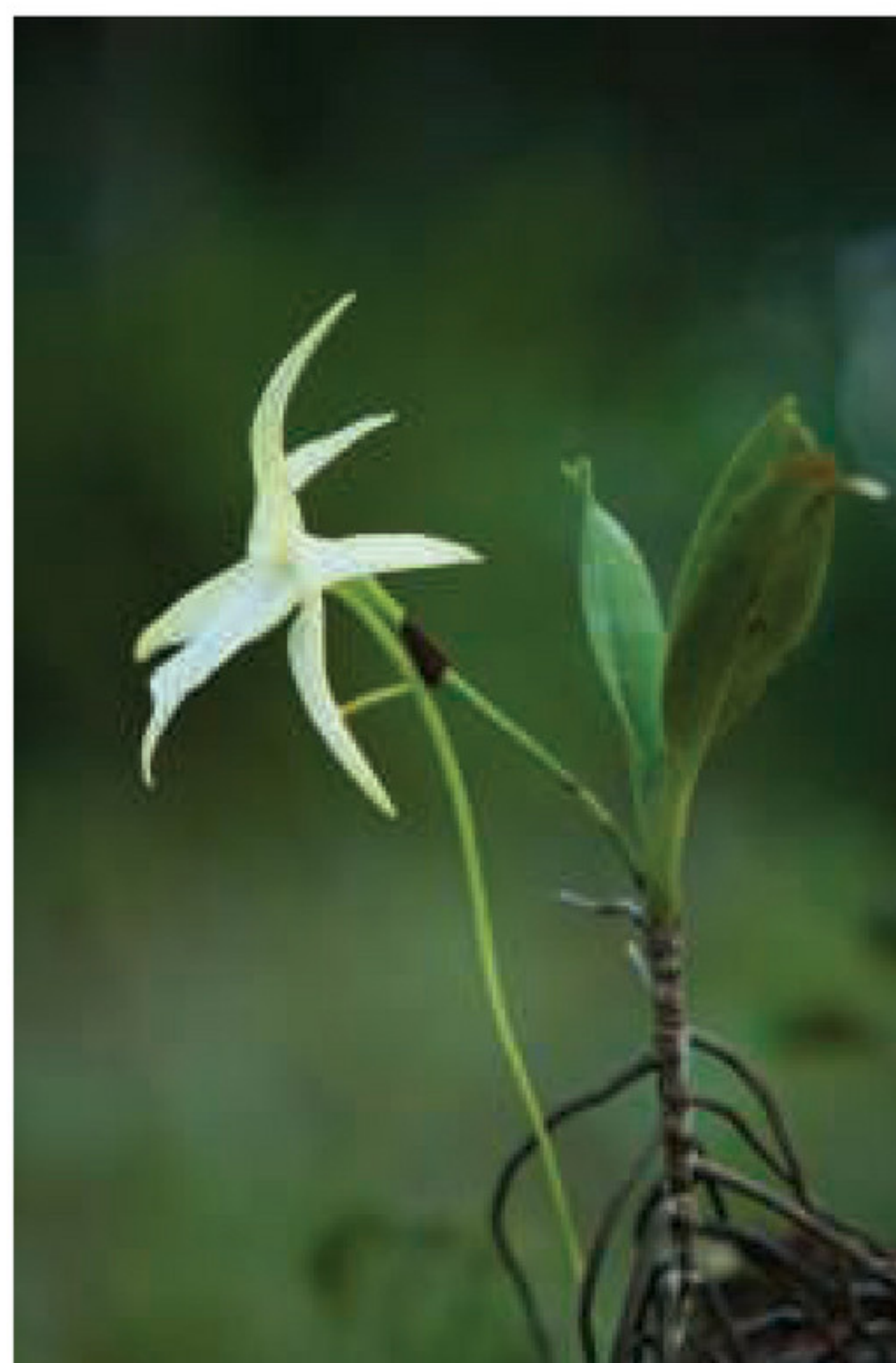
Het was liefde op het eerste gezicht. Toen Charles Darwin in 1862 een doos met orchideeën kreeg van een orchideeënkweker, was hij vooral geïnteresseerd in een exemplaar met witte bloemen en een extreem lange nectarbuis. Darwin had één grote vraag: welk dier zou deze bloem ooit kunnen bestuiven?

De orchidee die Darwins aandacht trok, had de naam *Angraecum sesquipedale* (zie afbeelding 1.2) en kwam uit het tropisch regenwoud van Madagascari. ‘Angraecum’ komt van het Maleisische woord voor orchidee (anggerik). De bloem van de orchidee is lichtgroen tot wit en heeft drie kelkbladeren en drie kroonbladeren. De vorm van de bloem lijkt op een komeet, wat de plant de bijnaam ‘komeetorchidee’ heeft opgeleverd. Een van de kroonbladeren is breder dan het andere en de randen zijn een beetje gekruld. Dit kroonblad heet ‘lip’ en is een landingsplaats voor insecten. De lip is aan de onderkant uitgegroeid tot de lange buis waarover Darwin zich zo verwonderde. De nectarbuis of ‘spoor’ is gemiddeld 33 cm lang. De komeetorchidee geurt alleen ’s nachts.

Afb. 1



1 bestuivende mot (*Xanthopan morgani*)



2 komeetorchidee (*Angraecum sesquipedale*)

SNELLE SLOK

Pas na Darwins dood werd ontdekt welk dier de bloem bestuift: *Xanthopan morgani*, een mot of nachtvlinder met een spanwijdte van zo’n 14 cm die alleen voorkomt in het westen van Afrika en op Madagascari (zie afbeelding 1.1). Zijn tong is met gemiddeld 22 cm twee tot drie keer zo lang als zijn lichaam. Als de mot bij een komeetorchidee in de buurt komt, bepaalt hij eerst aan de hand van de geur of hij bij de juiste bloem is. Is hij overtuigd, dan vliegt hij naar achteren, rolt zijn tong uit en schuift die steeds verder in de nectarbuis. Hierbij pakt hij met zijn poten de lip stevig vast. Na zes seconden is de mot klaar met drinken. Als hij dan zijn hoofd omhoog beweegt, knalt hij tegen de meeldraden aan, waardoor er een klompje stuifmeel naar beneden valt en aan zijn tong blijft plakken. Daarna gaat de mot weer op zoek naar een volgende nectarbuis.

Als er bevruchting plaatsvindt bij een komeetorchidee, stopt hij direct met geuren. Pas na zes maanden is de vrucht rijp. Deze droogt dan uit en barst open, waardoor er duizenden piepkleine, donkerrode tot paarse zaadjes vrijkomen. De zaadjes worden verspreid door de wind of door water.

Zaad is niet de enige manier waarop de komeetorchidee zich kan voortplanten. Soms groeien er kleine plantjes onder aan de plant, die op een gegeven moment van de ouderplant af vallen. Deze plantjes heten 'keiki', wat Hawaïaans is voor 'baby'.

BAAS BOVEN BAAS

Natuurlijk is er altijd een baas boven baas: inmiddels hebben wetenschappers een orchidee gevonden die een nectarbuis heeft van wel 40 cm. Niet gek dat ze die de naam *Angraecum longicalcar* hebben gegeven, wat 'orchidee met een lange nectarbuis' betekent. De wetenschappers vrezen dat de natuurlijke bestuiver van deze soort is uitgestorven. Het record voor de langste tong blijft dus nog even op de naam van de *Xanthopan*-mot staan.

OPDRACHTEN

1



Een van de kroonbladeren van de komeetorchidee heeft een afwijkende vorm en heet 'lip'.

- a Geef in afbeelding 1.2 aan: *bloemsteel* – *kelkblad* – *kroonblad* – *lip* – *spoor*.
- b Een spoor van een komeetorchidee vormt een buis met een diameter van 0,3 cm en een hoogte van gemiddeld 33 cm.
Hoeveel mL nectar kan zo'n buis maximaal bevatten?
 - ☐ A 230 mL
 - ☐ B 23 mL
 - ☐ C 2,3 mL
 - ☐ D 0,23 mL
- c Is het stuifmeel van de komeetorchidee licht en glad of ruw en kleverig? Leg je antwoord uit.
- d Welke aanpassingen heeft de komeetorchidee voor bestuiving door motten? Noem er minstens drie.

2

De geur van de bloemen van de komeetorchidee is niet lekker zoet, zoals de geur van nectar, maar ruikt naar tabak of 'gepeperd'. Toch komen er bestuivers op de bloemen af.

- a Leg uit dat de plant met de geur toch bestuivers aantrekt.
- b Waarom vliegt een *Xanthopan*-mot naar een bloem van de komeetorchidee? Gebruik in je antwoord: *inwendige prikkel* – *motivatie* – *respons* – *uitwendige prikkel*.
- c Is zelfbestuiving mogelijk bij de komeetorchidee? Leg je antwoord uit.

3

Een halfjaar na bevruchting komen er duizenden zaadjes vrij bij de komeetorchidee.

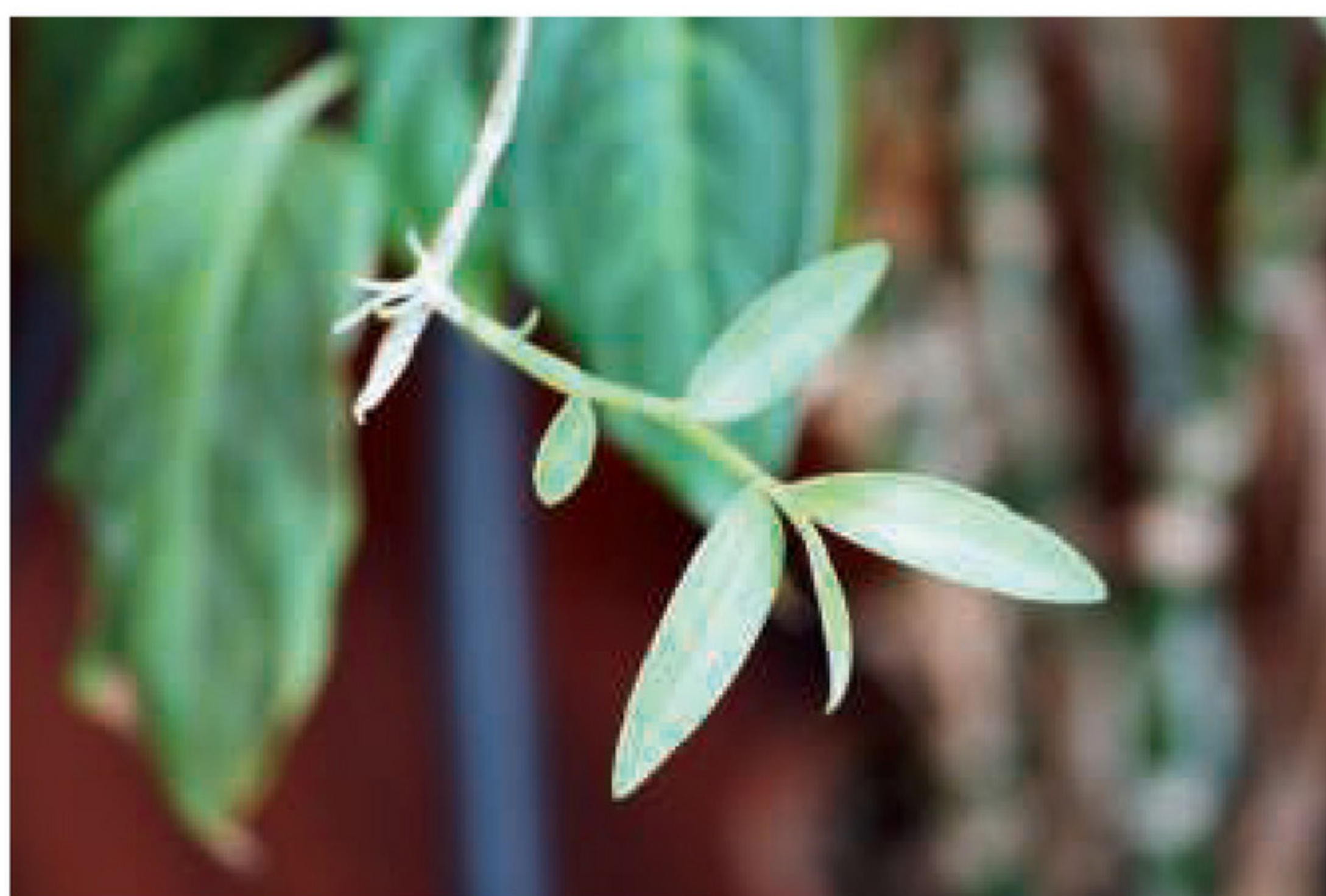
- a Betekent dit dat de *Xanthopan*-mot duizenden keren nectar heeft gedronken bij de bloem? Leg je antwoord uit.
- b Het zaad van de komeetorchidee is piepklein en wordt verspreid door de wind. Is de komeetorchidee een windbloem? Leg je antwoord uit.
- c Verwacht je dat de vrucht van de komeetorchidee vruchtvlees heeft? Leg je antwoord uit.
- d De grootste bedreiging voor het voortbestaan van de komeetorchidee is dat handelaren de planten uit het regenwoud halen om ze aan particulieren te verkopen. Leg uit dat hierdoor de variatie in erfelijke eigenschappen binnen de soort vermindert.

4

Bekijk afbeelding 2.

- a** Waarmee komt een keiki het meest overeen: een bol, een knol, een uitloper of een wortelstok? Leg je antwoord uit.
- b** Uit welk type cellen ontstaat een keiki?
- ☐ A bevruchte eicellen
 - ☐ B geslachtscellen
 - ☐ C gespecialiseerde cellen
 - ☐ D stamcellen
- c** Is een keiki een kiemplant? Leg je antwoord uit.
- d** Een volwassen komeetorchidee heeft 42 chromosomen in elke celkern.
Vul bij elk deel van de komeetorchidee het juiste aantal chromosomen per cel in.
- | | | |
|---|-----------------|-------|
| 1 | keiki | |
| 2 | stuifmeelkorrel | |
| 3 | vrucht | |
| 4 | zaad | |
- e** Waarom is 'baby' geen goede naam voor het kleine plantje? Geef een biologisch argument.

Afb. 2 Keiki.



5

De *Xanthopan*-mot legt zijn eitjes onder andere op de bladeren van de Afrikaanse custardappel: *Annona senegalensis*. De larven van de *Xanthopan*-motten voeden zich met bladeren van de plant. De custardappel heeft veel last van een schimmel en wordt daarom vaak met gif bespoten.

- a** Wat kan hiervan het gevolg zijn voor de voortplanting van de komeetorchidee?
- b** Verwacht je dat de bevruchting bij de *Xanthopan*-mot inwendig of uitwendig plaatsvindt? Leg je antwoord uit.

7 Verspreiding van zaden

LEERDOEL

6.7.12 Je kunt uit afbeeldingen van (delen van) planten afleiden hoe de vruchten en zaden worden verspreid.

► Practicum 9

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	6.7.12
Onthouden	
Begrijpen	2a
Toepassen	2bcd, 3, 4
Analyseren	1

Uit bloemen ontstaan vruchten met zaden. Elk zaad bevat een kiem, waaruit een nieuwe plant kan ontstaan. Het zaad wordt op verschillende manieren verspreid.

VERSPREIDING DOOR DE PLANT ZELF

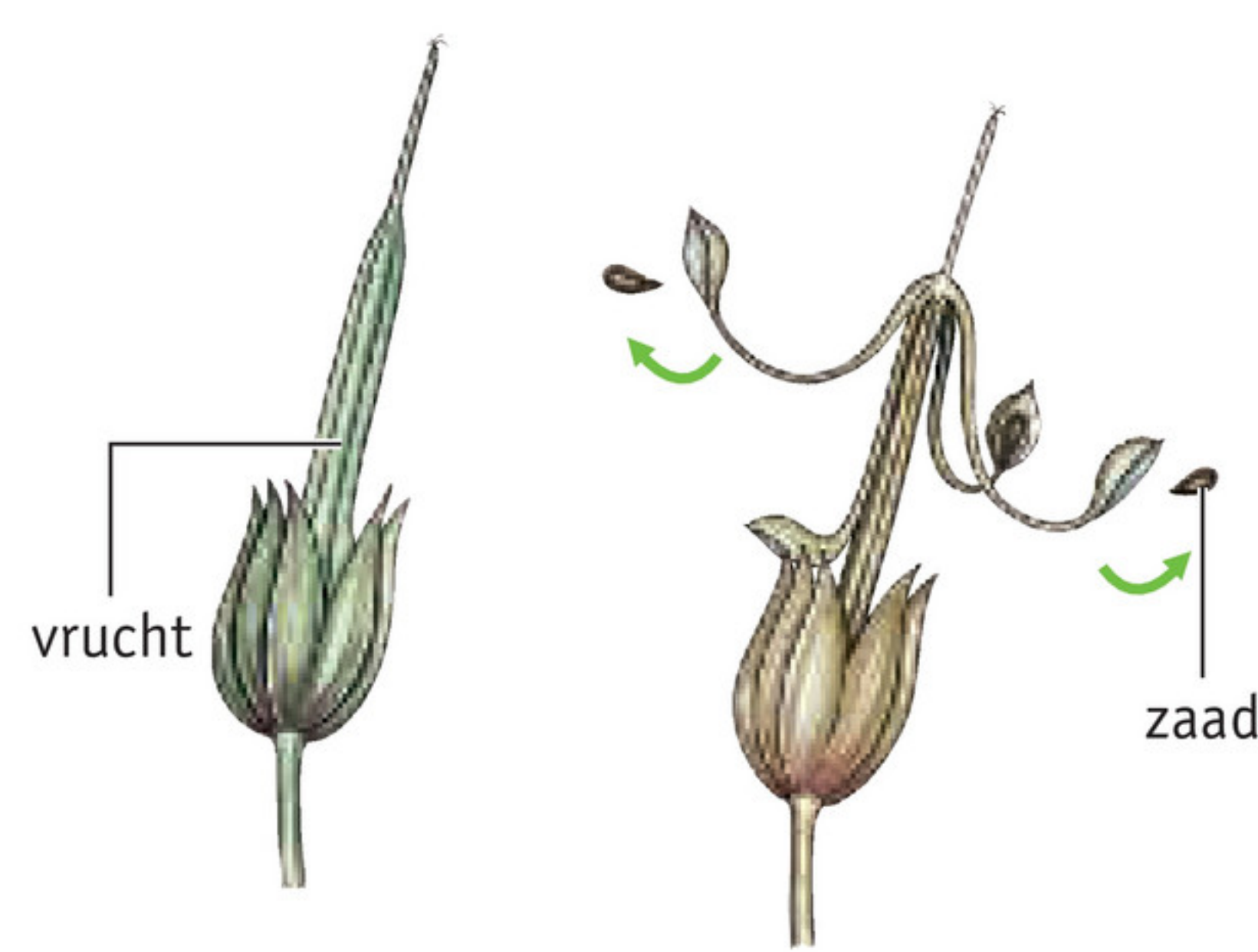
Voor planten is het nuttig als de zaden zich over een groot gebied verspreiden. Ze komen dan niet allemaal op dezelfde plek terecht, waardoor er meer zaden kunnen kiemen. Vruchten zorgen ervoor dat zaden worden verspreid. Dat kan op verschillende manieren gebeuren.

Bij sommige planten schieten of slingeren de vruchten hun zaden weg. Bij de ooievaarsbek (zie afbeelding 1.1) springen de vruchten open als ze rijp zijn. Door de kracht waarmee dit gebeurt, worden de zaden weggeslingerd (zie afbeelding 1.2).

Afb. 1 Ooievaarsbek.



1



2

VERSPREIDING DOOR DE WIND

Veel vruchten en zaden in de natuur zijn klein en worden door de wind verspreid. Deze vruchten en zaden hebben vaak hulpmiddelen waarmee ze lang in de lucht kunnen blijven zweven.

Je hebt vast weleens een uitgebloeide paardenbloem leeggeblazen (zie afbeelding 2.2). Je blaast dan de vruchten met daarin de zaden van de paardenbloem weg. De vrucht zit om het zaadje. De vrucht is klein gebleven en bevat geen vruchtvlees. Elke vrucht heeft een pluisje, waardoor hij een tijd in de lucht blijft zweven (zie afbeelding 2.3). De vruchten van de berk, esdoorn en linde hebben vleugels (zie afbeelding 3).

Afb. 2 Paardenbloem.



1



2

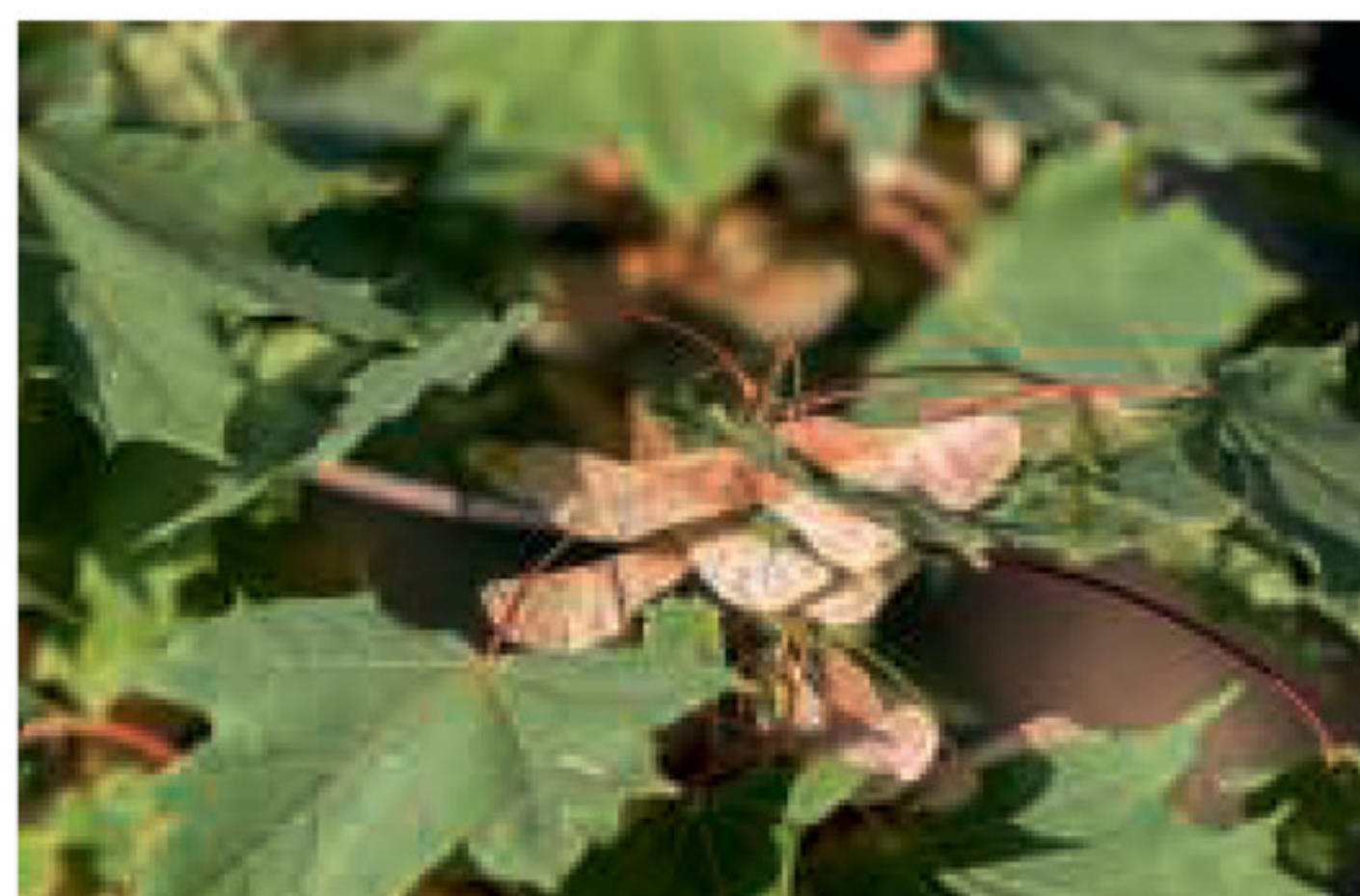


3

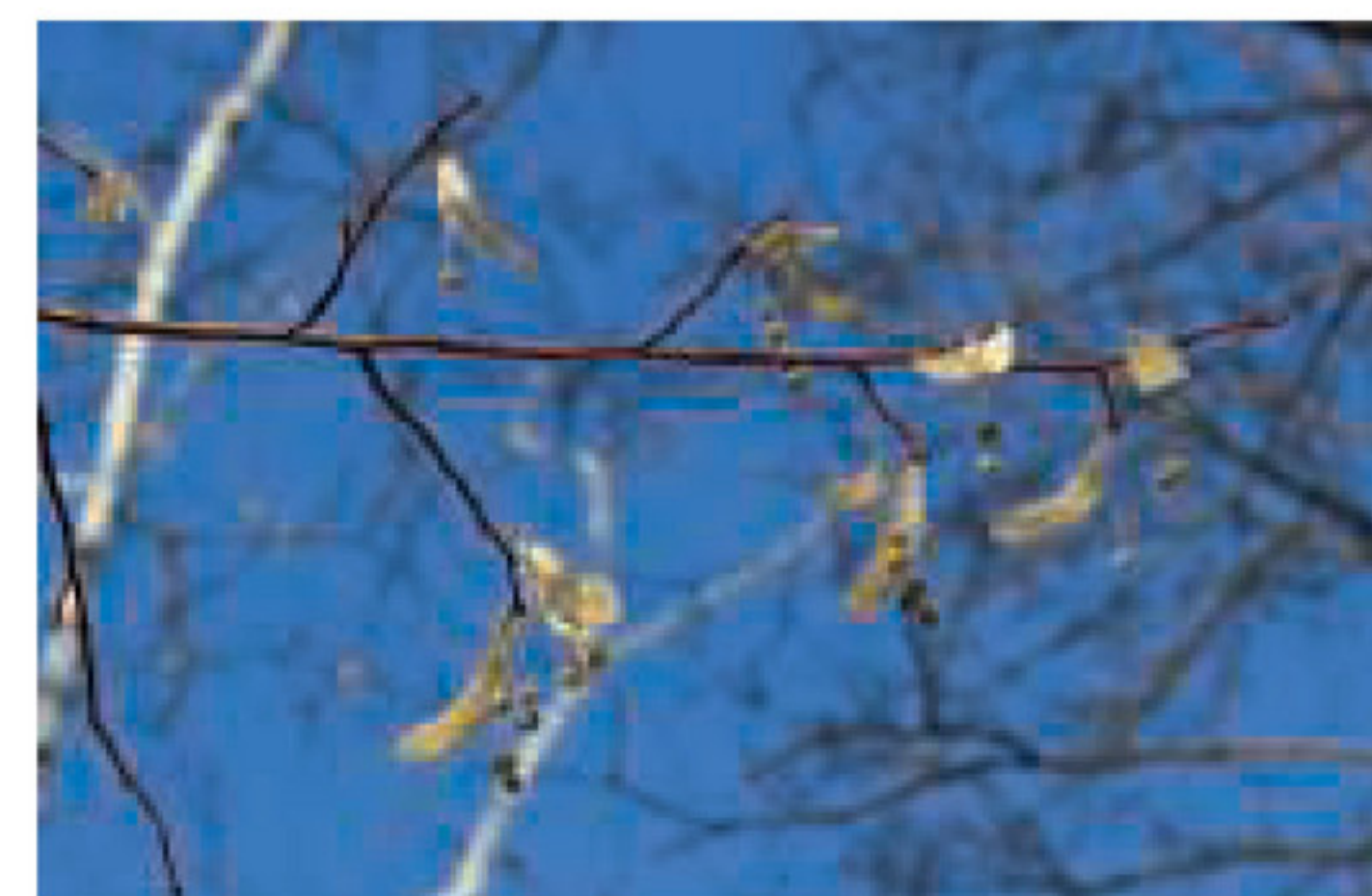
Afb. 3 Zaden met vleugels.



1 berk



2 esdoorn



3 linde

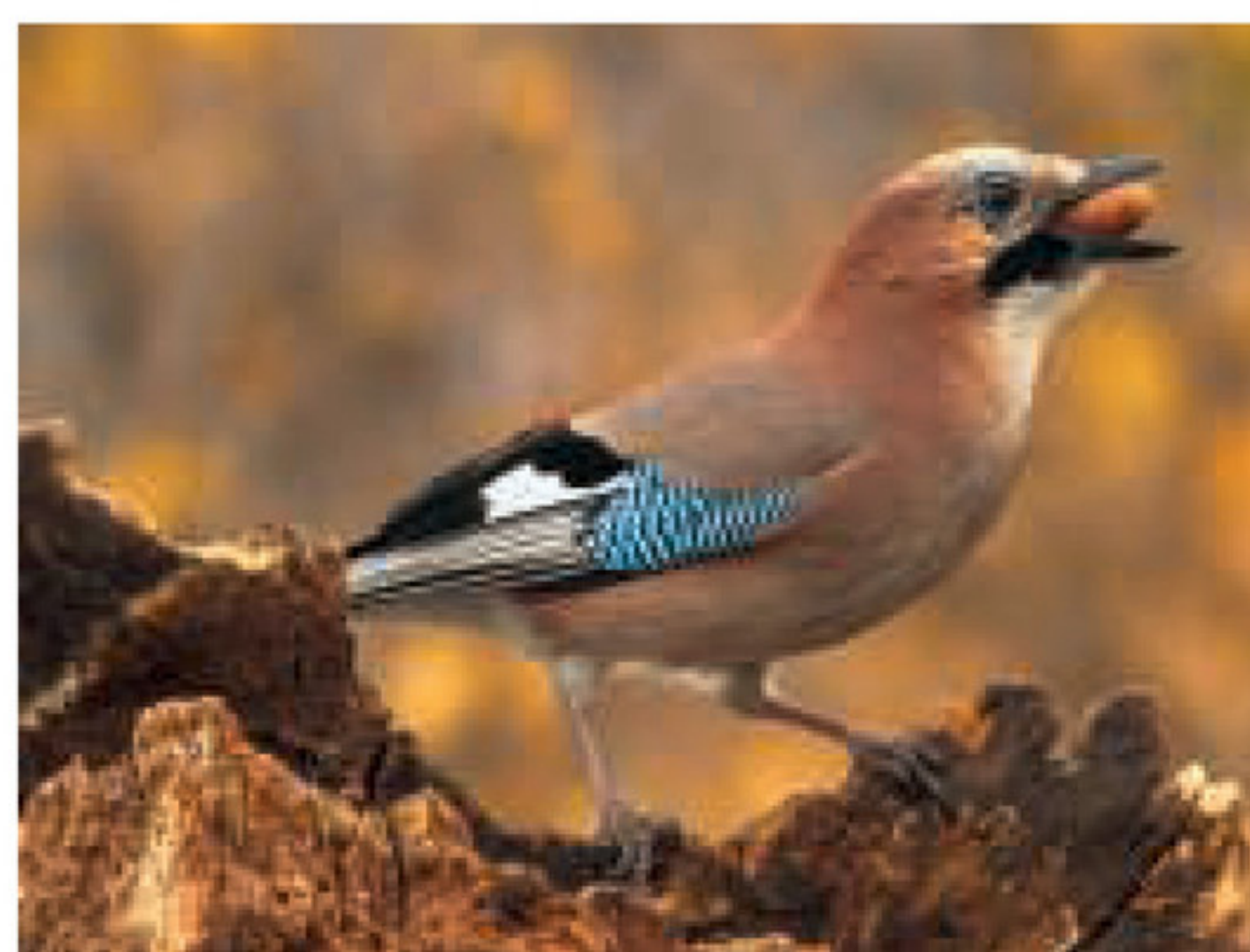
VERSPREIDING DOOR DIEREN

Er zijn ook plantensoorten waarbij dieren zorgen voor de verspreiding van de vruchten en zaden. Bij veel van deze plantensoorten hebben de vruchten sappig vruchtvlees. In afbeelding 4 zie je de vruchten (bessen) van een lijsterbes. Vogels eten deze bessen graag. De bessen komen dan in de maag van de vogel terecht. Daar verteert het vruchtvlees, maar de zaden niet. De zaden komen in de uitwerpselen. Als de zaden op een gunstige plek worden uitgeworpen, kunnen ze kiemen.

Afb. 4 Lijsterbes.



Afb. 5 Vlaamse gaai.

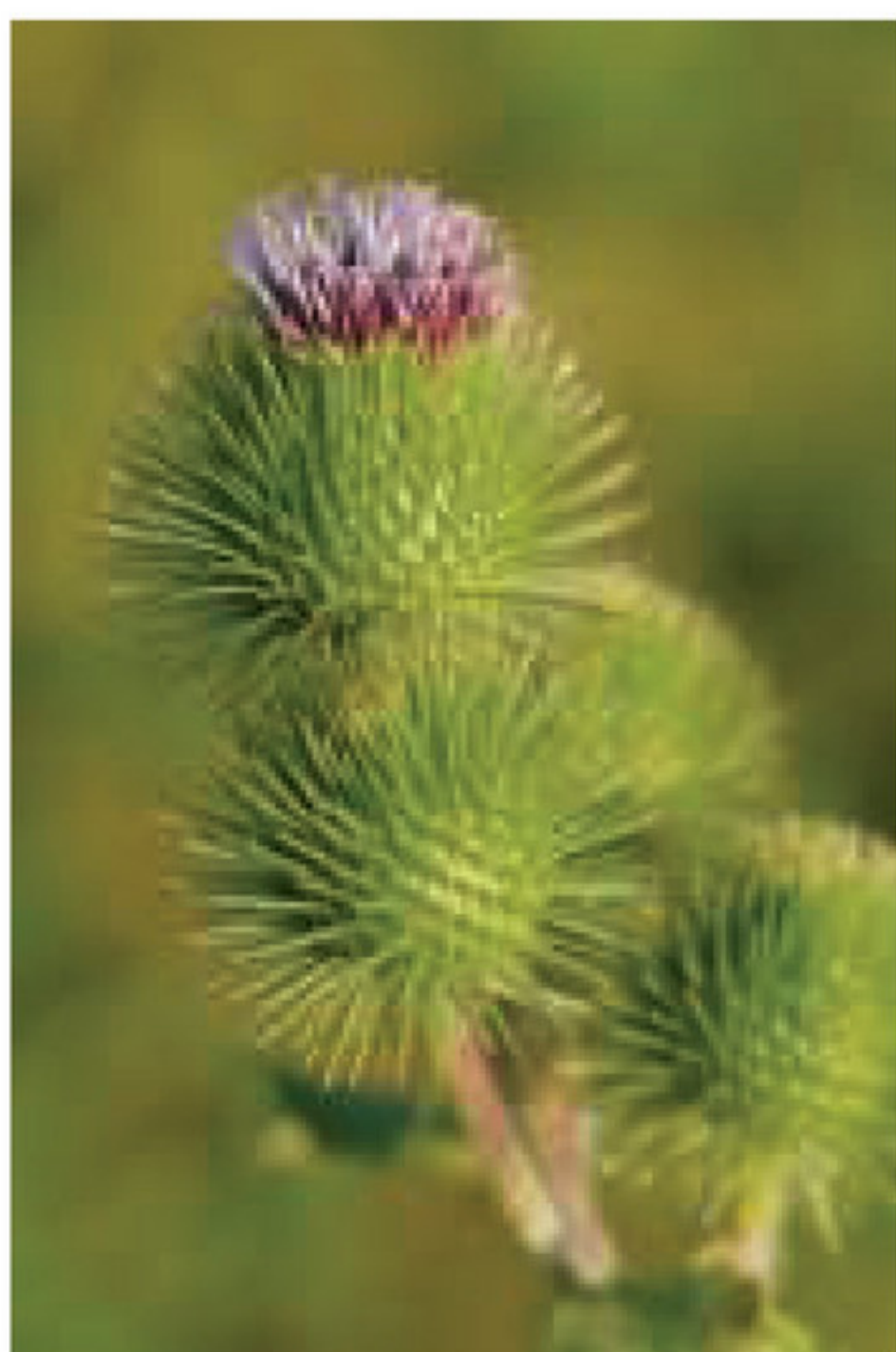


Eekhoorns en gaaien leggen wintervorraden aan van eikels of beukennotjes (zie afbeelding 5). Niet alle zaden worden opgegeten, want soms kan een dier een opslagplaats niet terugvinden. De zaden zijn dan verspreid en kunnen kiemen in de opslagplaats.

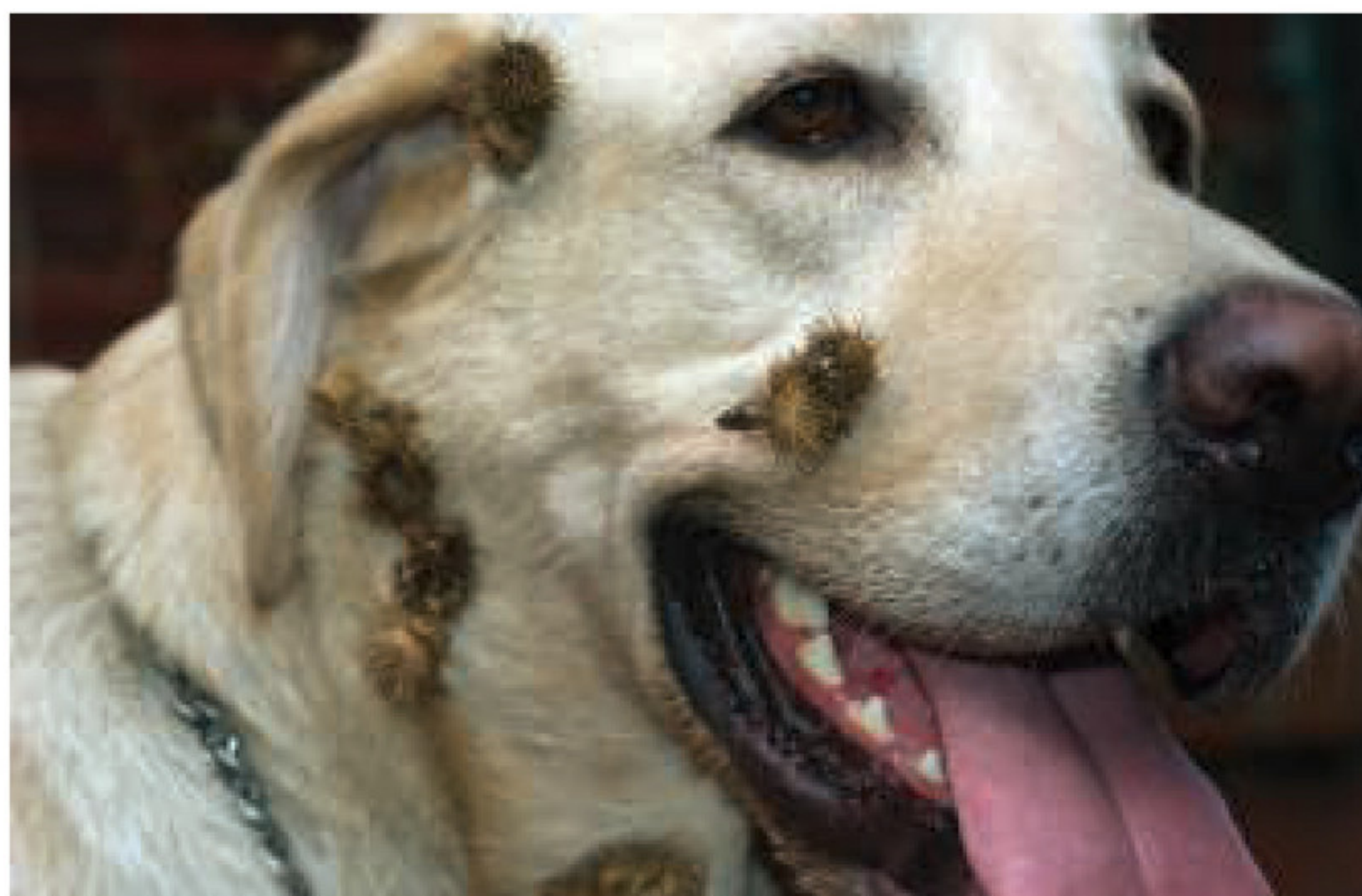
Bij sommige plantensoorten hebben de vruchten kleine haakjes. Deze vruchten blijven gemakkelijk aan de vacht van een dier hangen. Na enige tijd vallen ze eraf of worden ze door het dier afgeveegd. Voorbeelden hiervan zijn de vruchten van tandzaad en van een klis (zie afbeelding 6).

Ook mensen verspreiden zaden. Vaak gebeurt dit onopzettelijk, doordat zaden bijvoorbeeld in de ribbels van schoenzolen blijven hangen. De zaden kunnen er dan op een andere plaats weer af vallen.

Afb. 6 Verspreiding door dieren.



1 klis



2 vruchten in de vacht

OPDRACHTEN

1

Vaak zorgen vruchten voor de verspreiding van zaden, maar soms zijn het de zaden zelf. Bij pinda's bijvoorbeeld wordt niet de vrucht gegeten, maar het zaad (pinda's). Leg uit dat juist de zaden voor de verspreiding zorgen.

2

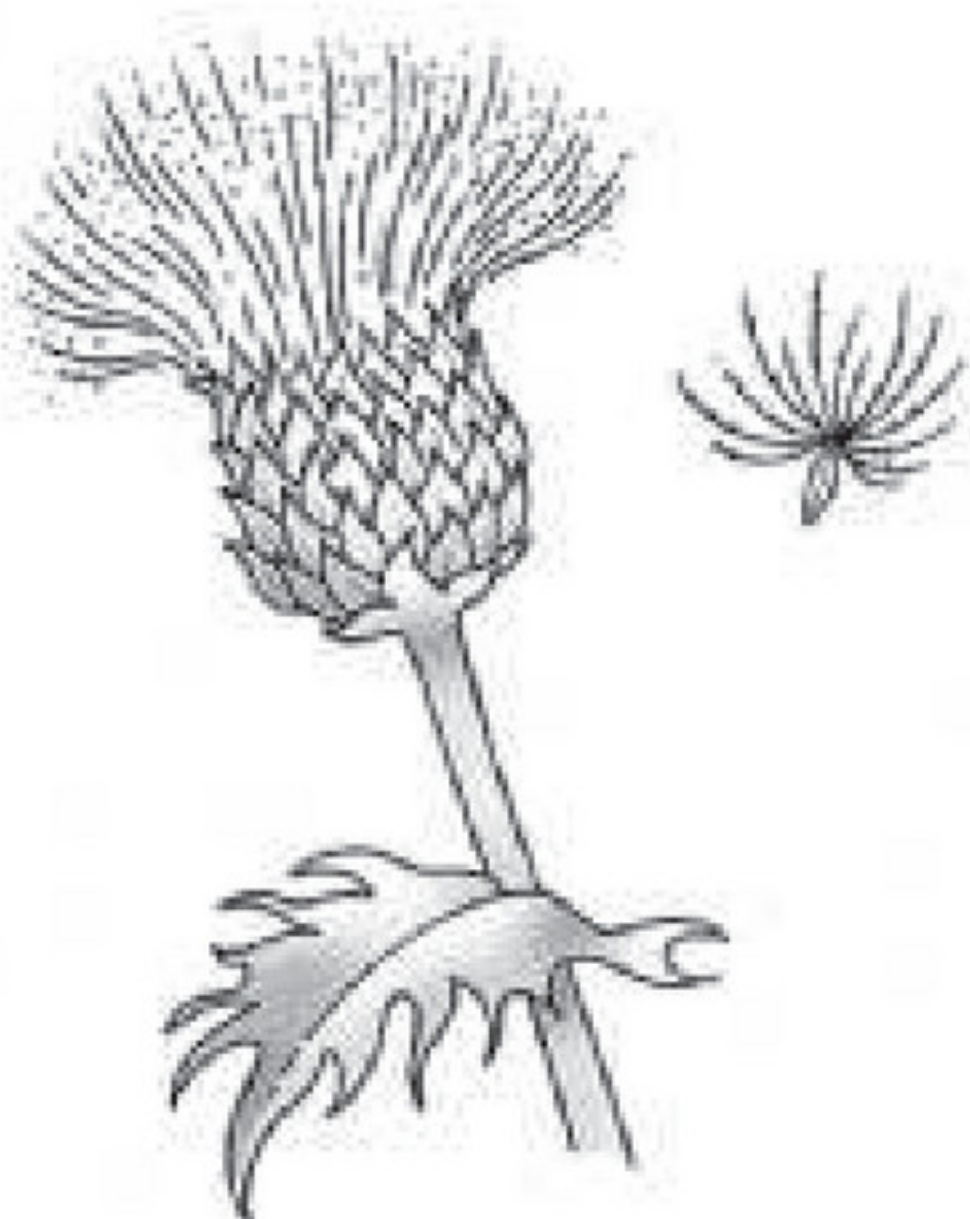
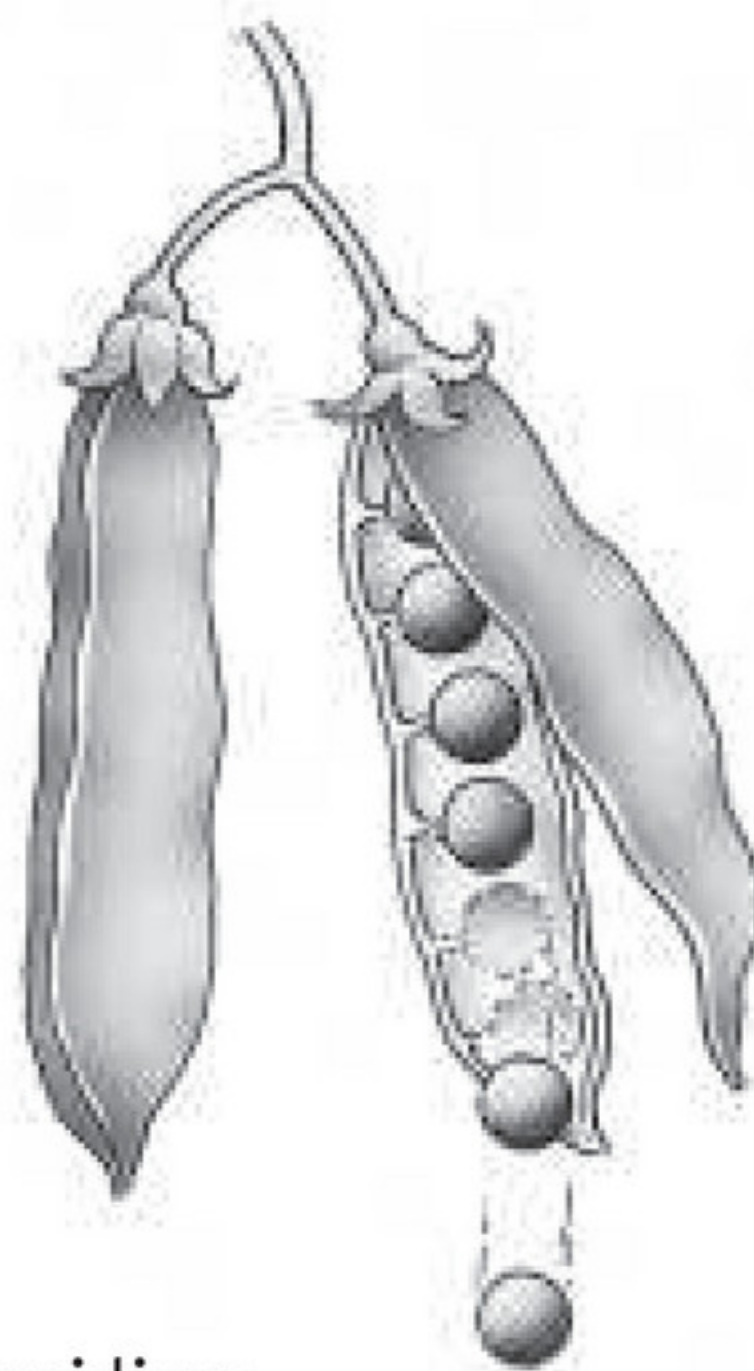
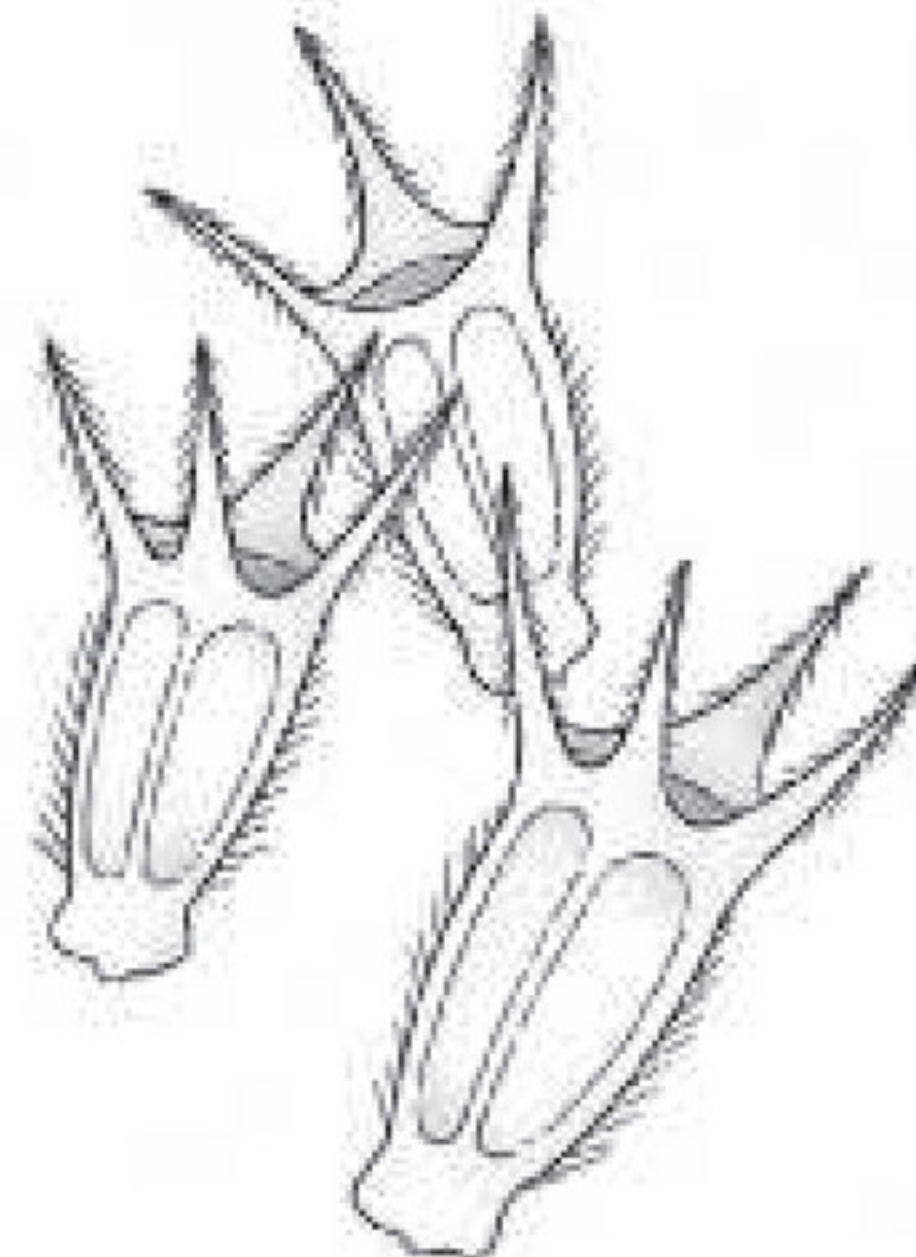
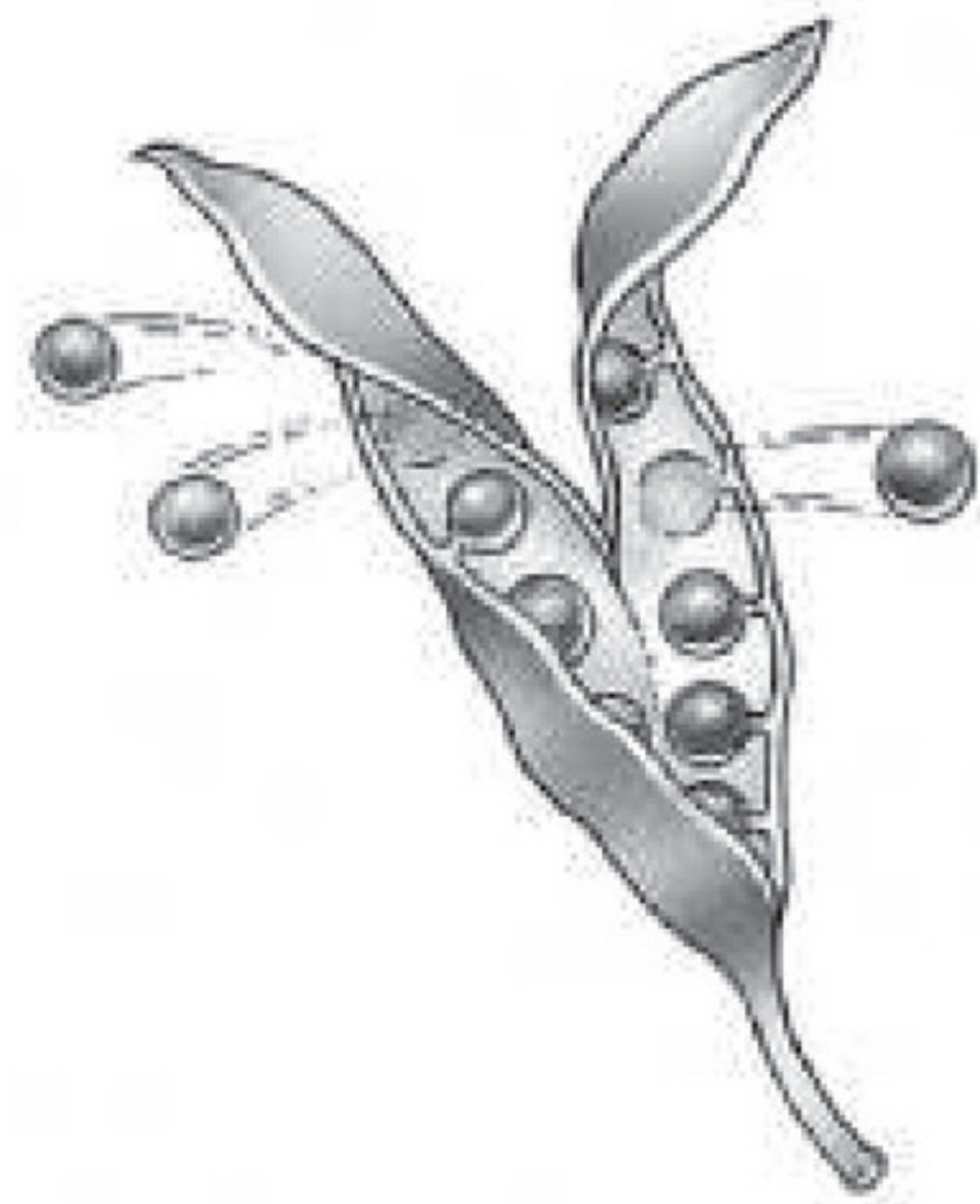
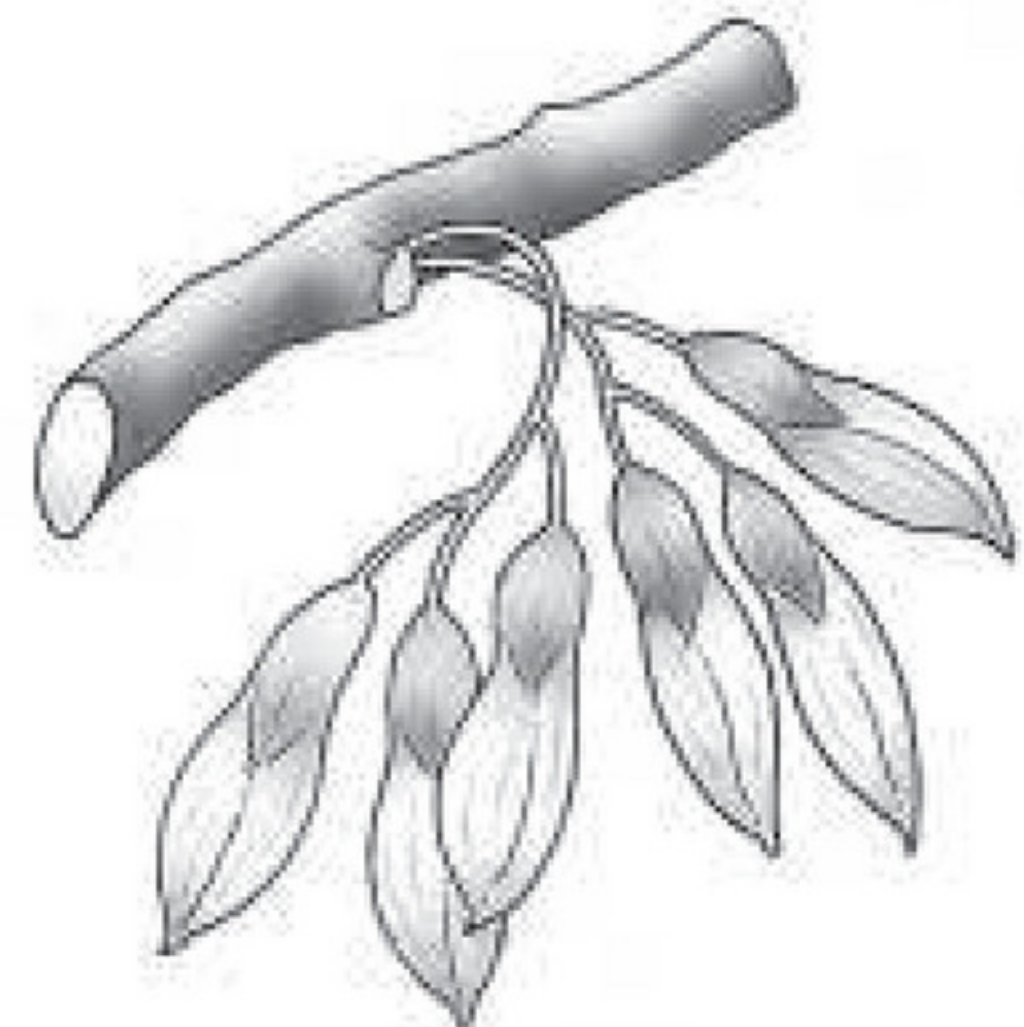
- a Wat heeft het voor nut dat de vruchten en zaden van een plant worden verspreid?
- b Bij welke manier van zaadverspreiding komen de zaden het minst ver? Leg je antwoord uit.
- c Welke kenmerken verwacht je bij vruchten en zaden die door de wind worden verspreid?
 - ☐ A Ze bevatten veel reservevoedsel.
 - ☐ B Ze hebben pluisjes.
 - ☐ C Ze hebben veel vruchtvlees.
 - ☐ D Ze hebben vleugels.
 - ☐ E Ze zijn heel licht.

3



In afbeelding 7 zijn enkele delen van planten met vruchten en zaden getekend. Zet bij elke tekening of de verspreiding van de vruchten en zaden plaatsvindt door de plant zelf, door de wind of door dieren.

Afb. 7

akkerdistel  verspreiding:	erwt  verspreiding:	tandzaad  verspreiding:
brem  verspreiding:	es  verspreiding:	springzaad  verspreiding:
eik  verspreiding:	hulst  verspreiding:	linde  verspreiding:

4

Zoek van de volgende planten op of de verspreiding van hun zaden plaatsvindt door de plant zelf, door de wind of door dieren.

- | | |
|----------------------------|--|
| 1 bitterzoet | <i>door de plant zelf / door de wind / door dieren</i> |
| 2 gewone berenklauw | <i>door de plant zelf / door de wind / door dieren</i> |
| 3 grote klaproos | <i>door de plant zelf / door de wind / door dieren</i> |
| 4 hondsroos | <i>door de plant zelf / door de wind / door dieren</i> |
| 5 Hongaarse raket | <i>door de plant zelf / door de wind / door dieren</i> |
| 6 maarts viooltje | <i>door de plant zelf / door de wind / door dieren</i> |
| 7 robertskruid | <i>door de plant zelf / door de wind / door dieren</i> |
| 8 slipbladige ooievaarsbek | <i>door de plant zelf / door de wind / door dieren</i> |

 Ga naar de *Flitskaarten*.

8 Mannelijke en vrouwelijke organen

LEERDOEL

6.8.13 Je kunt voorbeelden noemen van mannelijke en vrouwelijke voortplantingsorganen bij planten en dieren.

► Practicum 10

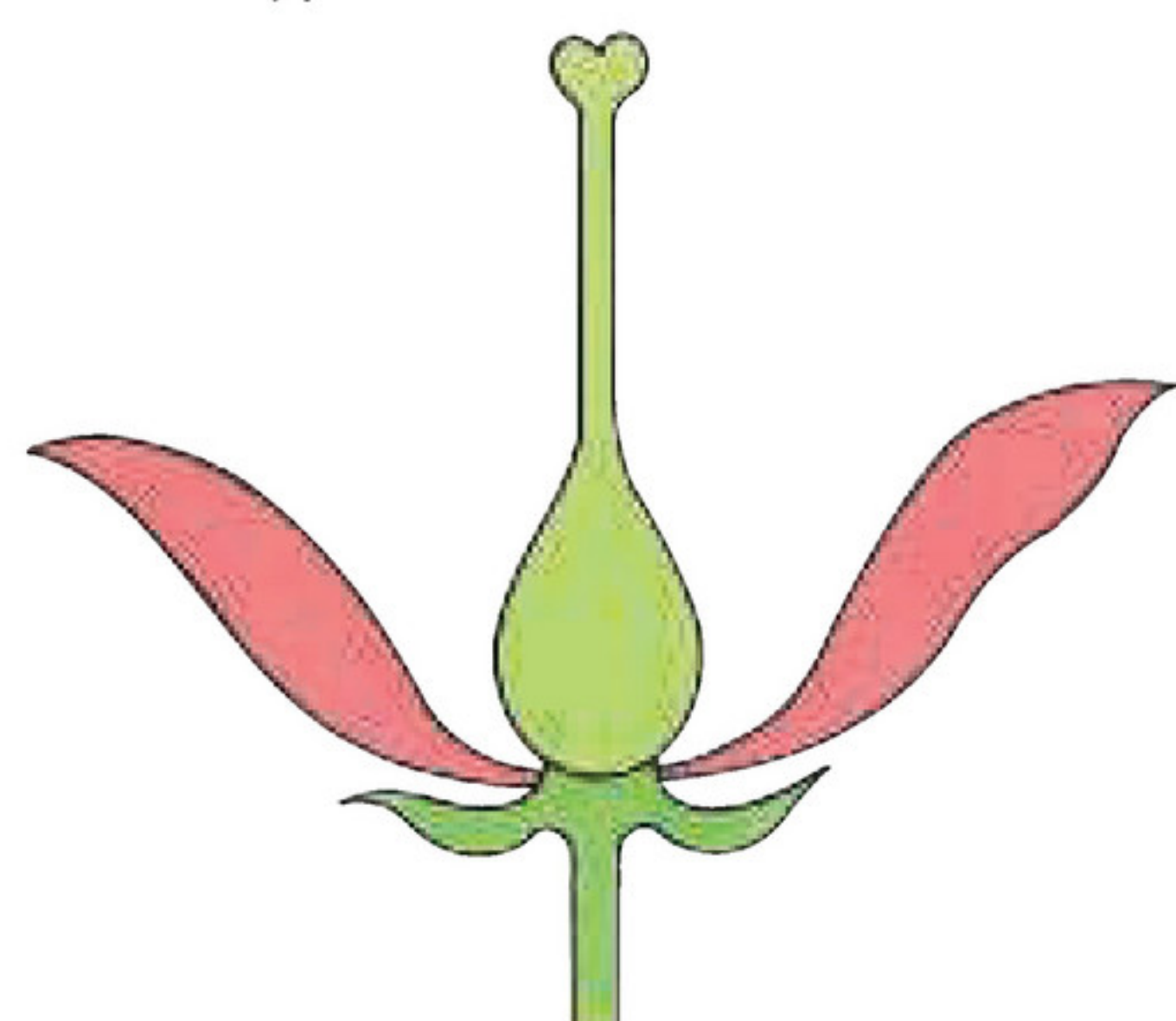
TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	6.8.13
Onthouden	3a
Begrijpen	3bcde
Toepassen	1, 2, 4, 5a
Analyseren	5b

De meeldraden zijn de mannelijke voortplantingsorganen van een plant. De stamper is het vrouwelijke voortplantingsorgaan van een plant. Ook dieren hebben voortplantingsorganen.

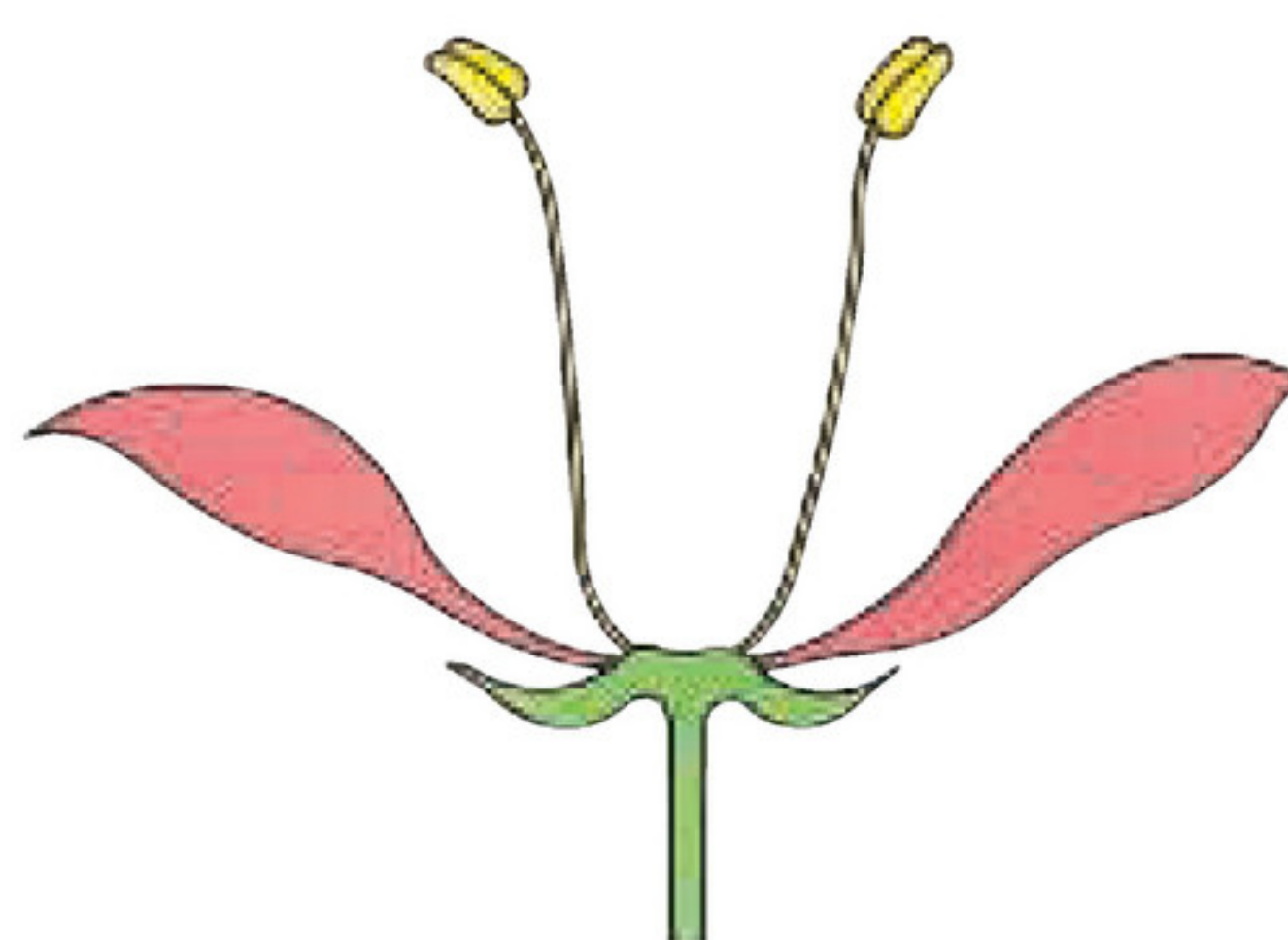
EEN- EN TWESLACHTIGE BLOEMEN

De bloemen van de meeste planten hebben zowel meeldraden als stamper(s). Deze bloemen heten **tweslachtig**. Bij sommige plantensoorten hebben de bloemen alleen meeldraden of alleen stampers. Deze bloemen heten **eenslachtig** (zie afbeelding 1). Bloemen die alleen meeldraden bevatten, noem je mannelijke bloemen. Bloemen die alleen stampers bevatten, noem je vrouwelijke bloemen.

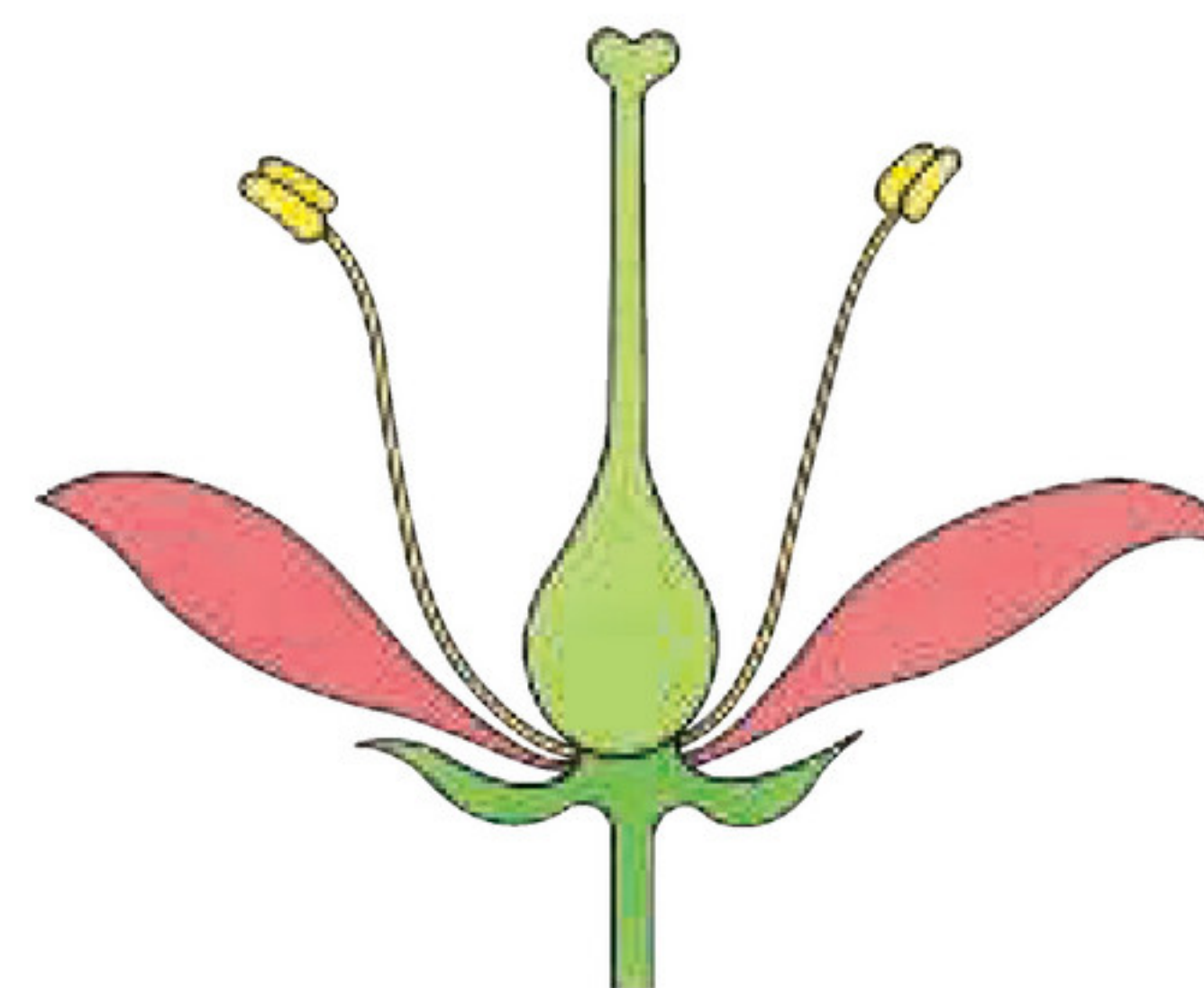
Afb. 1 Typen bloemen.



1 eenslachtige bloem (vrouwelijk)



2 eenslachtige bloem (mannelijk)



3 tweslachtige bloem

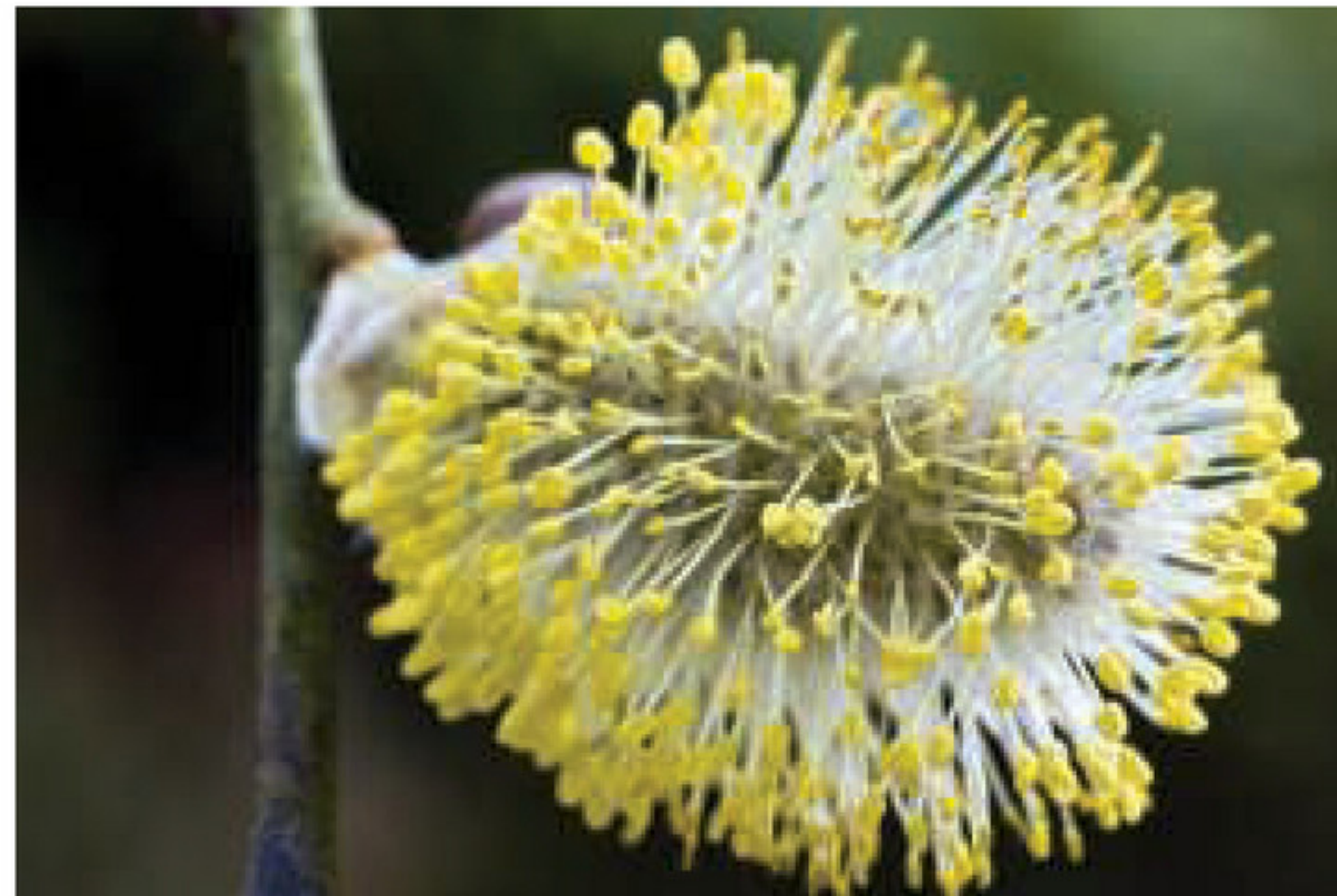
EEN- EN TWEEHUIZIGE SOORTEN

In afbeelding 2 zie je een wilg. Een wilg heeft trosjes eenslachtige bloemen. Zo'n trosje bloemen heet een katje. De katjes met meeldraden heten meeldraadkatjes en de katjes met stampers heten stamperkatjes. Een wilg heeft óf alleen meeldraadkatjes óf alleen stamperkatjes. Plantensoorten die óf alleen mannelijke bloemen óf alleen vrouwelijke bloemen dragen, zijn **tweehuizig**. Plantensoorten die zowel mannelijke als vrouwelijke bloemen dragen, heten **eenhuizig**. Ook plantensoorten met tweeslachtige bloemen zijn eenhuizig.

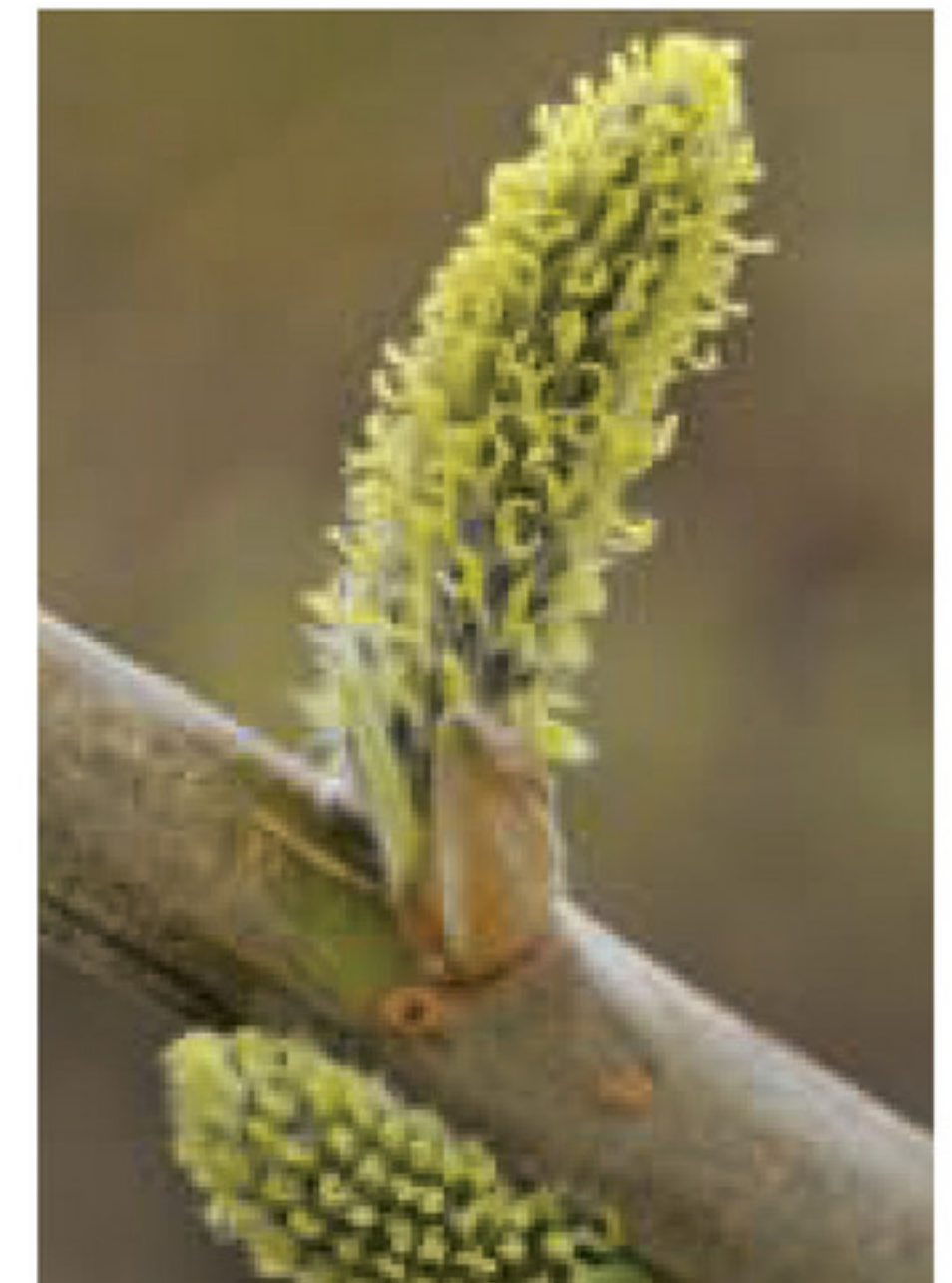
Afb. 2



1 knotwilg



2 meeldraadkatje

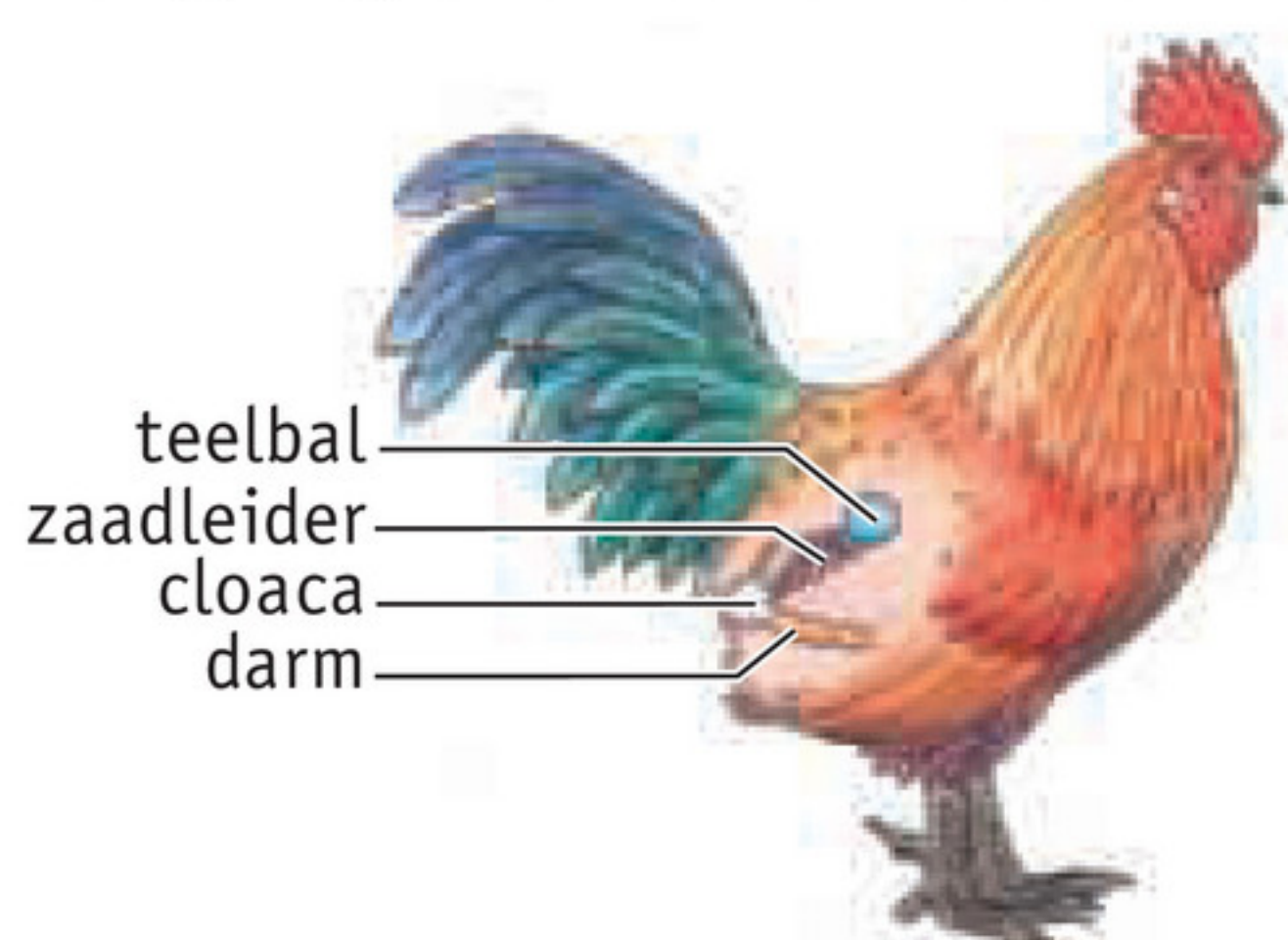


3 stamperkatje

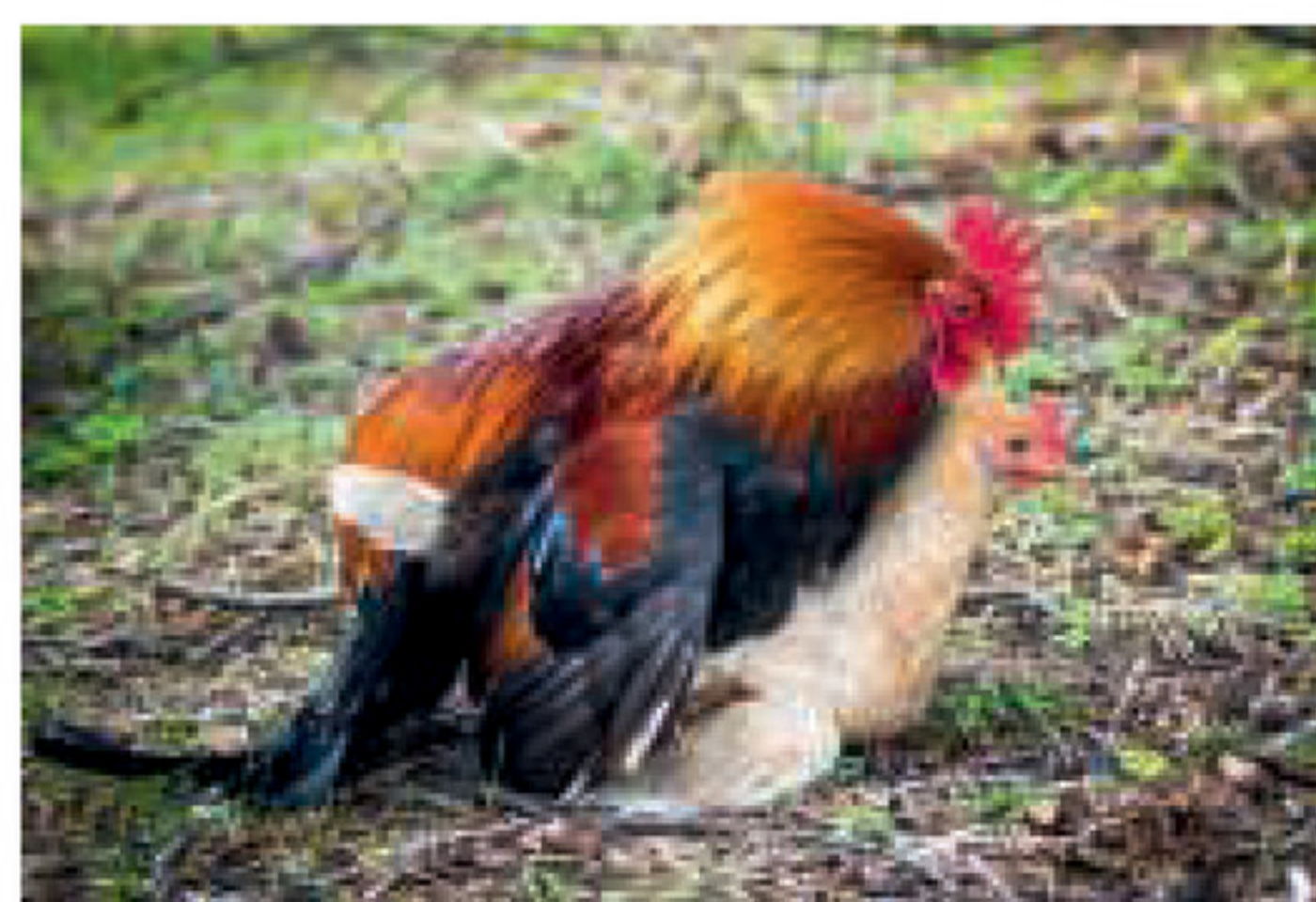
DIEREN

Vogels hebben wel geslachtsorganen, maar niet aan de buitenkant. Zowel mannetjes als vrouwtjes hebben een **cloaca** (Latijn voor 'riool'): een opening in het onderlijf. Mannetjes geven hun zaadcellen af in de cloaca. Bij een vrouwtje mondt de eileider uit in de cloaca (zie afbeelding 3). Bij beide monden in de cloaca ook nog de darm en de urineleiders uit. Bij de paring drukken het mannetje en het vrouwtje de cloaca-openingen tegen elkaar. Daardoor kunnen zaadcellen de eileider bereiken.

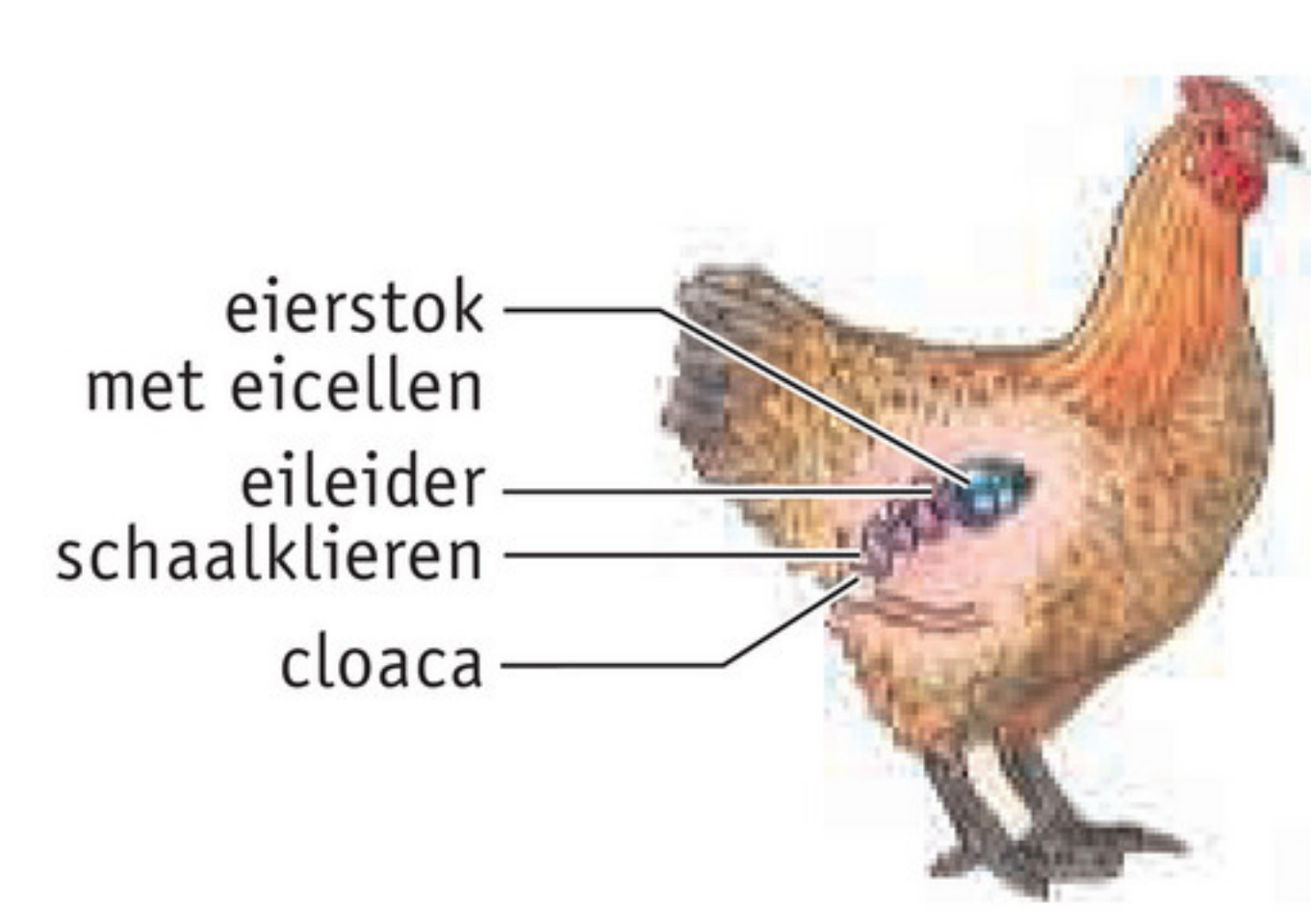
Afb. 3 Vogels hebben een cloaca.



1 haan (mannetje)



2



3 hen (vrouwtje)

Ook bij reptielen vindt inwendige bevruchting plaats. Reptielen hebben meestal een lange staart, wat de paring bemoeilijkt. Daarom hebben de mannetjes bij slangen en hagedissen twee penissen. Elke penis wordt een **hemipenis** genoemd (zie afbeelding 4.1). Hierdoor kan het mannetje zowel links als rechts van de staart contact maken met een vrouwtje. Een van de hemipenissen dringt de cloaca van het vrouwtje binnen (zie afbeelding 4.2).

Afb. 4 Voortplanting bij hagedissen.



1 twee hemipenissen bij een hagedis



2 lekker onhandig!

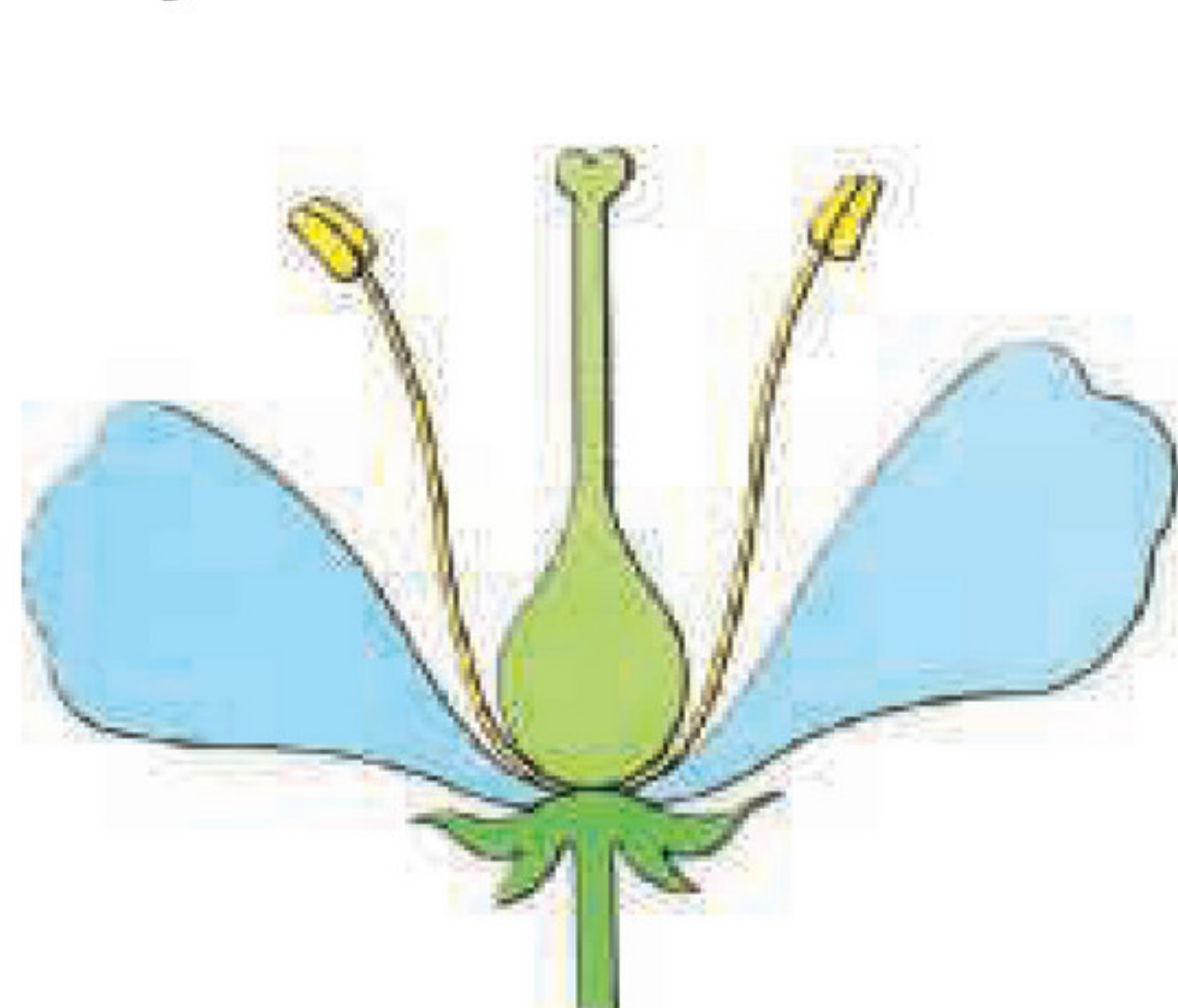
OPDRACHTEN

1

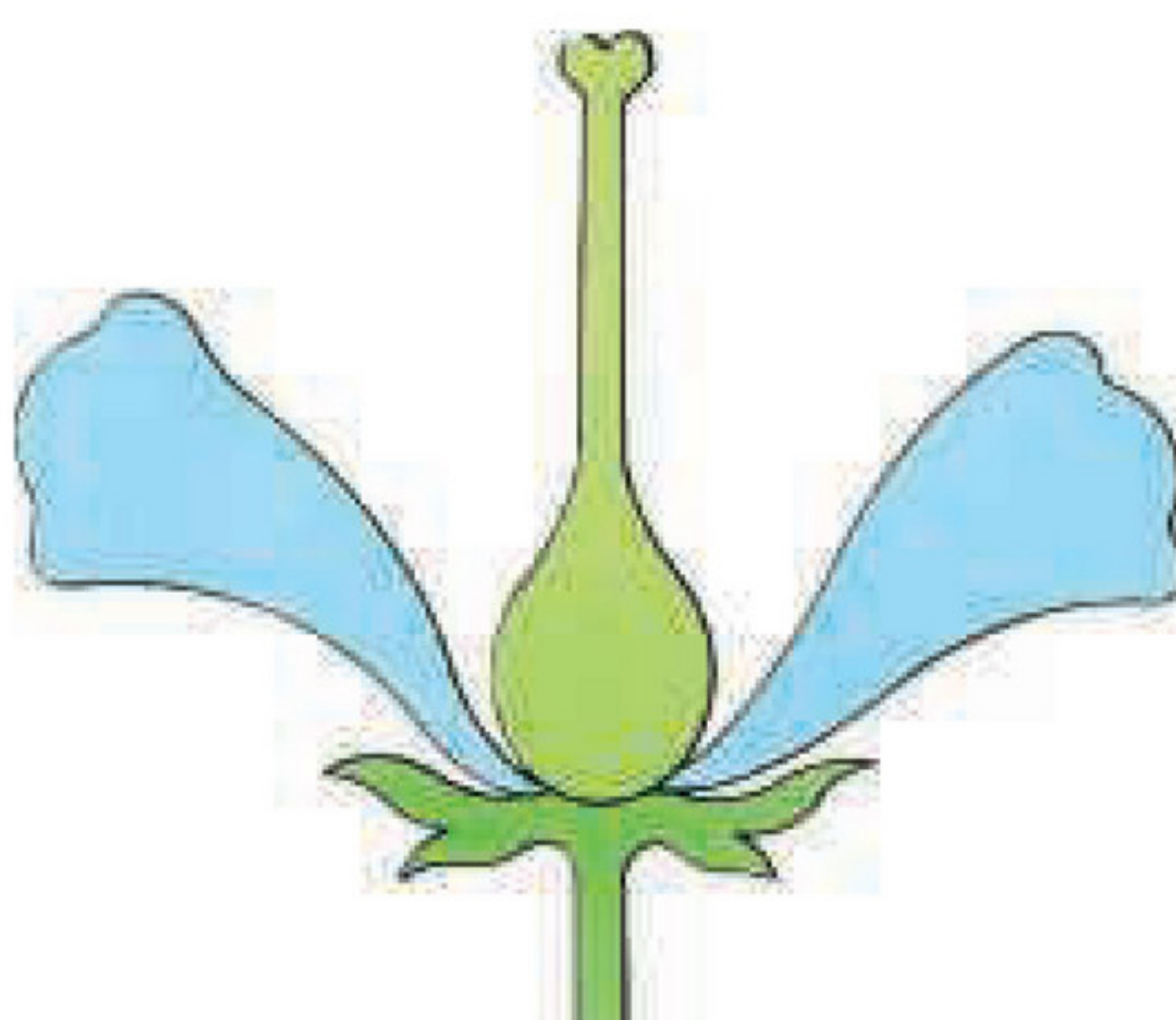
Kijk naar afbeelding 5.

- Door welke bloem(en) kan stuifmeel worden gevormd? 1 / 2 / 3
- Welke bloem(en) is (zijn) eenslachtig? 1 / 2 / 3
- Bij een bepaalde plantensoort komen zowel bloemen voor van type 2 als van type 3. Is deze plantensoort eenhuizig of tweehuizig? Leg je antwoord uit.

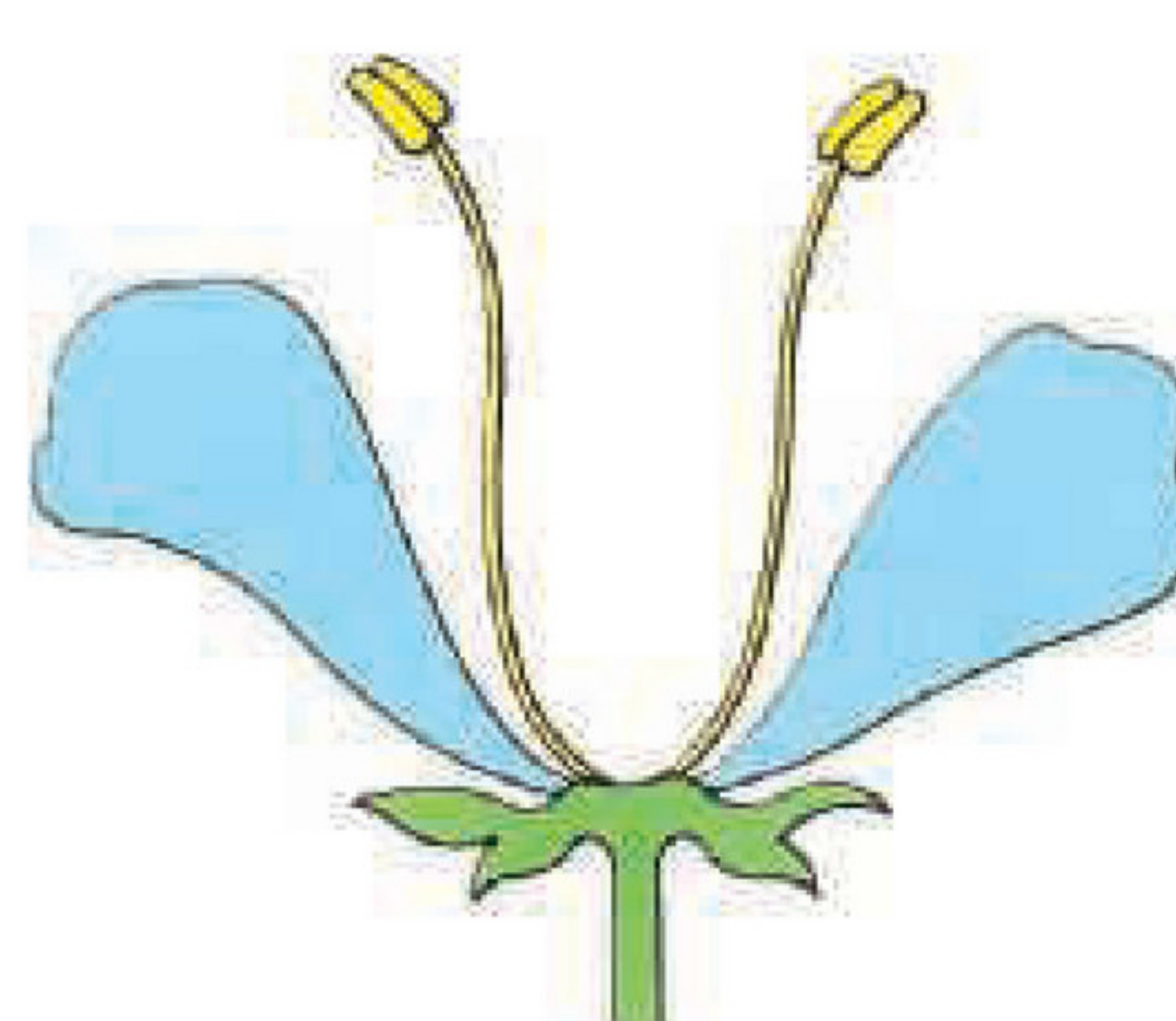
Afb. 5



bloem 1



bloem 2



bloem 3

2

- Kan bij een plant van een tweehuizige soort zelfbestuiving optreden? Leg je antwoord uit.
- Is bij een wilg zelfbestuiving mogelijk?

3

- a** Bij wie kan een hemipenis voorkomen?
bij *mannelijke / vrouwelijke / beide* organismen
- b** In Antwerpen had het stadsaquarium een leguaan met de naam Mozart. Mozart had een ontsteking aan één van zijn hemipenissen. De medewerkers besloten de hemipenis te amputeren (verwijderen).
Kon Mozart na de amputatie nog steeds vrouwtjes bevruchten? Leg je antwoord uit.
- c** Bij wie kan een cloaca voorkomen?
bij *mannelijke / vrouwelijke / beide* organismen
- d** Welke organen monden bij vogels uit in de cloaca?
- e** Mannetjeshaaien hebben tussen hun buikvinnen in twee aanhangsels die 'klaspers' worden genoemd (zie afbeelding 6). Ze gebruiken de klaspers bij het bevruchten van een vrouwtjeshaai.
Waarmee komt een klasper het meest overeen?
 - ☐ A cloaca
 - ☐ B hemipenis
 - ☐ C penis
 - ☐ D zaadbeginsel

Afb. 6 Klaspers.



4

Bij sommige vogels lijken de mannetjes en vrouwtjes erg op elkaar, zowel in kleur als in grootte.
Leg uit dat het bij zulke vogels moeilijk is om mannetjes van vrouwtjes te onderscheiden.

5

- De meeste vogels hebben een cloaca. Bij ongeveer 3% van de bekende vogelsoorten heeft het mannetje een uitwendig geslachtsorgaan: een pseudopenis. Een voorbeeld is de Argentijnse stekelstaart: een eend die voorkomt in Zuid-Amerika. Mannetjeseenden van deze soort hebben een pseudopenis van 20 tot wel 40 cm lang.
- a** Vindt bij Argentijnse stekelstaarten inwendige of uitwendige bevruchting plaats? Leg je antwoord uit.
 - b** Een uitwendig geslachtsorgaan bij vogels komt vooral voor bij eenden.
Leg uit waarom zo'n orgaan juist bij eenden goed van pas komt.

 Ga naar de *Flitskaarten*.

Leren onderzoeken

1

EEN ONDERZOEK SCHRIFTELIJK PRESENTEREN

► Basisstof 2 | ► Leerdoel 6.O.14

In de wetenschap bouwen onderzoekers voort op elkaars werk. Ze delen hun onderzoeksresultaten om samen verder te komen. Dit kan op twee manieren: mondeling en schriftelijk. Bij een mondelinge presentatie vertel je anderen wat je hebt gedaan en wat je daardoor hebt ontdekt. Een schriftelijke presentatie is een overzichtelijk verslag van je onderzoek.

Een verslag bouw je steeds op dezelfde manier op. In afbeelding 1 lees je hoe je een onderzoeksverslag maakt.

Afb. 1

Een verslag maken van een onderzoek

- 1 Geef je onderzoek een titel.
Zet onder de titel je naam en de naam of namen van degenen met wie je hebt samengewerkt.
- 2 Schrijf een inleiding.
Hierin beschrijf je het probleem dat je wilde onderzoeken. Je kunt ook extra uitleg geven over je onderwerp.
- 3 Daarna deel je het verslag in volgens de stappen van een onderzoek:
 - Onderzoeksvraag
 - Hypothese
 - Benodigdheden
 - Werkplan
 - Resultaten
 - Conclusie

Bij een schriftelijke presentatie horen ook afbeeldingen. Je kunt bijvoorbeeld foto's maken van je experiment en je resultaten weergeven in een grafiek.

OPDRACHT

1

Je gaat zelf een experimenteel onderzoek bedenken, uitvoeren en schriftelijk presenteren. Het onderwerp van je onderzoek mag passen bij het thema Voortplanting bij planten en dieren, maar het mag ook over iets anders gaan. Dit hoor je van je docent.

- Bedenk wat je zou willen onderzoeken. Overleg met je docent of jouw idee haalbaar is.
- Formuleer de onderzoeksvraag en de hypothese.
- Bedenk een experiment waarmee je je onderzoeksvraag kunt beantwoorden.
- Noteer de benodigdheden en het werkplan. Waar je op moet letten bij het maken van een werkplan, lees je in afbeelding 2.
- Laat je docent de onderzoeksvraag, de hypothese, de benodigdheden en het werkplan controleren.
- Voer het experiment uit volgens het werkplan. Noteer je resultaten.
- Zet je resultaten in een tabel en/of grafiek volgens het werkplan.
- Formuleer een conclusie die antwoord geeft op de onderzoeksvraag.
- Maak een verslag van je onderzoek.

Afb. 2**Acht vragen over je werkplan**

- 1 Wat wil je onderzoeken?
- 2 Met welk organisme voer je het experiment uit (en waarom met deze soort)?
- 3 Hoeveel organismen neem je per groep om betrouwbare resultaten te krijgen?
- 4 Aan welke omstandigheden stel je de proefgroep(en) en de controlegroep bloot?
- 5 Hoe zorg je ervoor dat andere factoren niet van invloed zijn?
- 6 Wat heb je nodig om het experiment te kunnen uitvoeren?
- 7 Op welke manier ga je de resultaten van het experiment meten?
- 8 Op welke manier ga je de resultaten weergeven?



Practica

1

DE BLOEMEN VAN EEN WITTE DOVENETEL

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 6.1.1

 20-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bestudeer je de delen van de bloemen van een witte dovenetel. Je haalt de bloem voorzichtig uit elkaar.

BENODIGDHEDEN

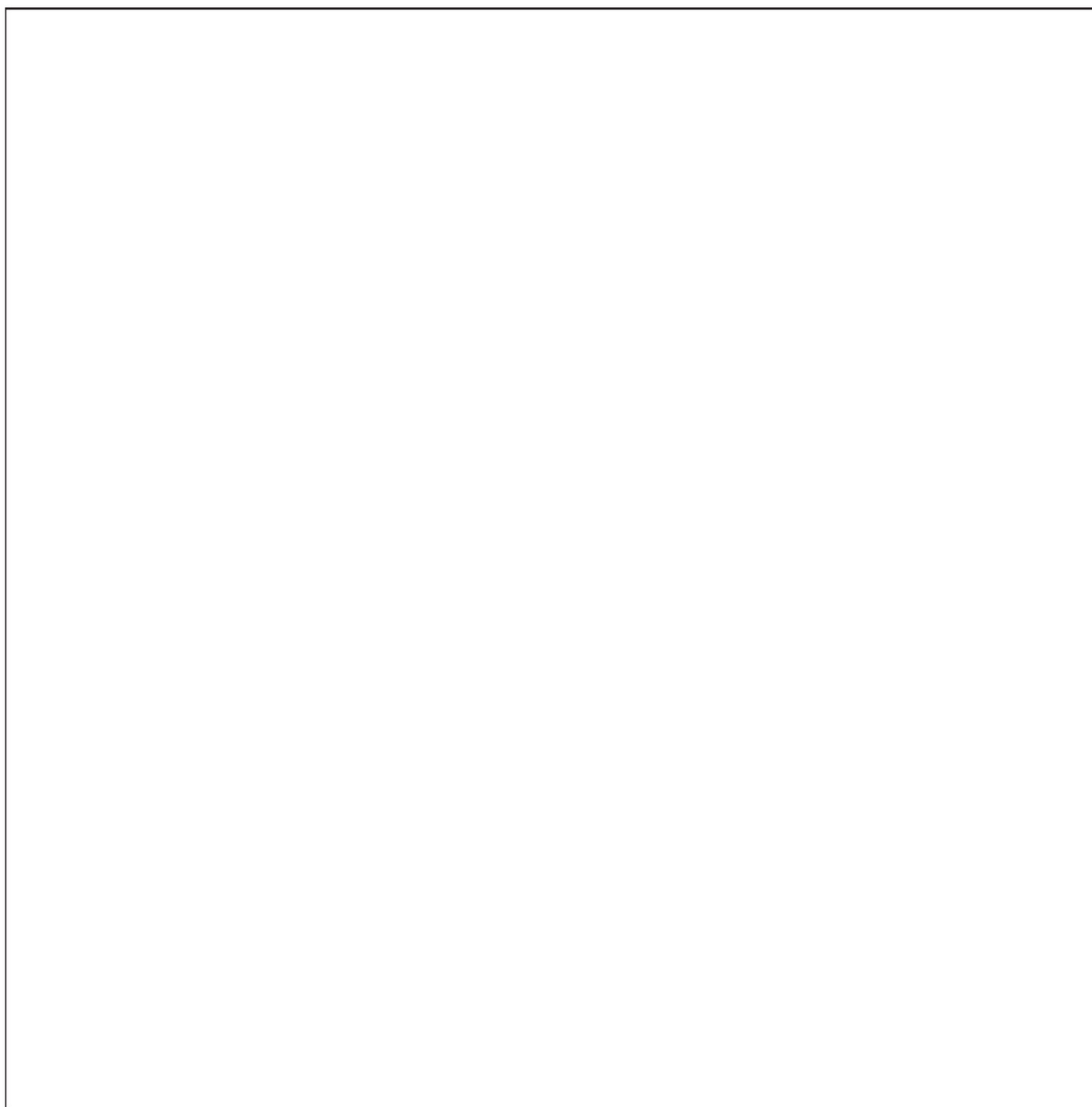
- ☐ een bloeiende witte dovenetel (zie afbeelding 1)
- ☐ plakband (of zelfklevend doorzichtig plastic)
- ☐ een pincet
- ☐ tekenmateriaal

WERKWIJZE

- Pluk één bloem (met bloemkelk en bloemkroon) van de stengel. Gebruik eventueel het pincet om de hele bloem van de stengel te plukken.
- Plak de bloem in het vak.
- Pluk een andere bloem van de witte dovenetel.
- Haal de bloemkroon (het witte gedeelte) en de bloemkelk (het groene gedeelte) uit elkaar.
- Plak de bloemkelk en de bloemkroon naast de bloem in het vak.
- Pluk nog een bloem van de witte dovenetel.
- Buig het bovenste gedeelte van de bloemkroon naar achteren. Je ziet dan vijf draadjes. Haal deze draadjes voorzichtig (eventueel met het pincet) uit de bloem. Je ziet vier draadjes met zwarte kopjes. Dat zijn de meeldraden (zie afbeelding 1 in basisstof 1). Het vijfde draadje is aan het uiteinde gespleten als een slangentong. Dit draadje is een deel van de stamper. Het onderste deel van de stamper van een witte dovenetel breekt gemakkelijk af. Daardoor is het moeilijk een volledige stamper uit de bloem te halen.
- Plak de meeldraden en het deel van de stamper onder de bloemkelk en bloemkroon in het vak.

Afb. 1 Een witte dovenetel.





2

DE VRUCHTEN VAN EEN WITTE DOVENETEL

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 6.1.1

 15-25 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum ga je de vruchtjes van een witte dovenetel bestuderen en tekenen. Denk hierbij aan de tekenregels.

BENODIGDHEDEN

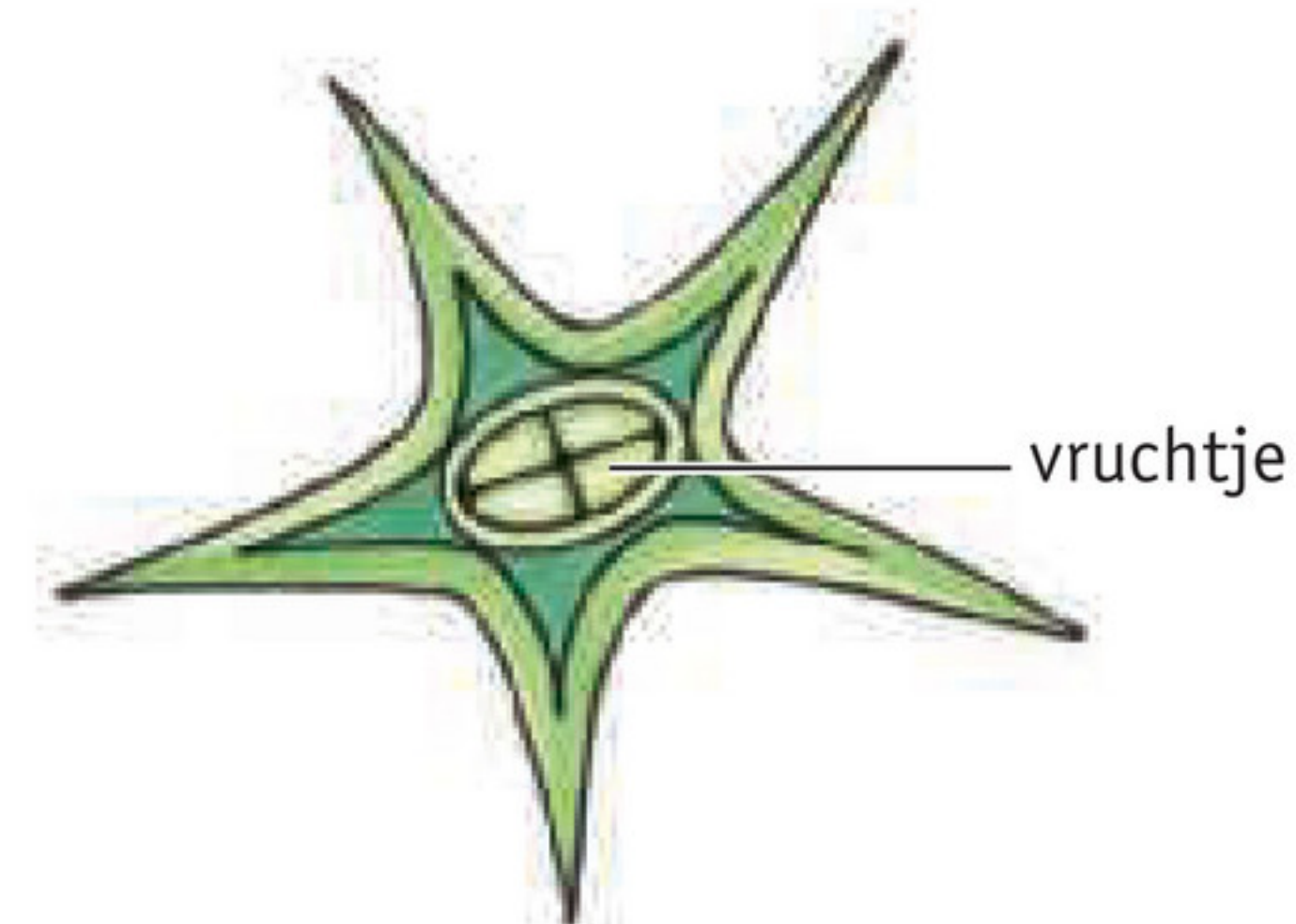
- ☐ een witte dovenetel met uitgebloeide bloem(en)
- ☐ plakband (of zelfklevend doorzichtig plastic)
- ☐ een pincet
- ☐ tekenmateriaal

WERKWIJZE

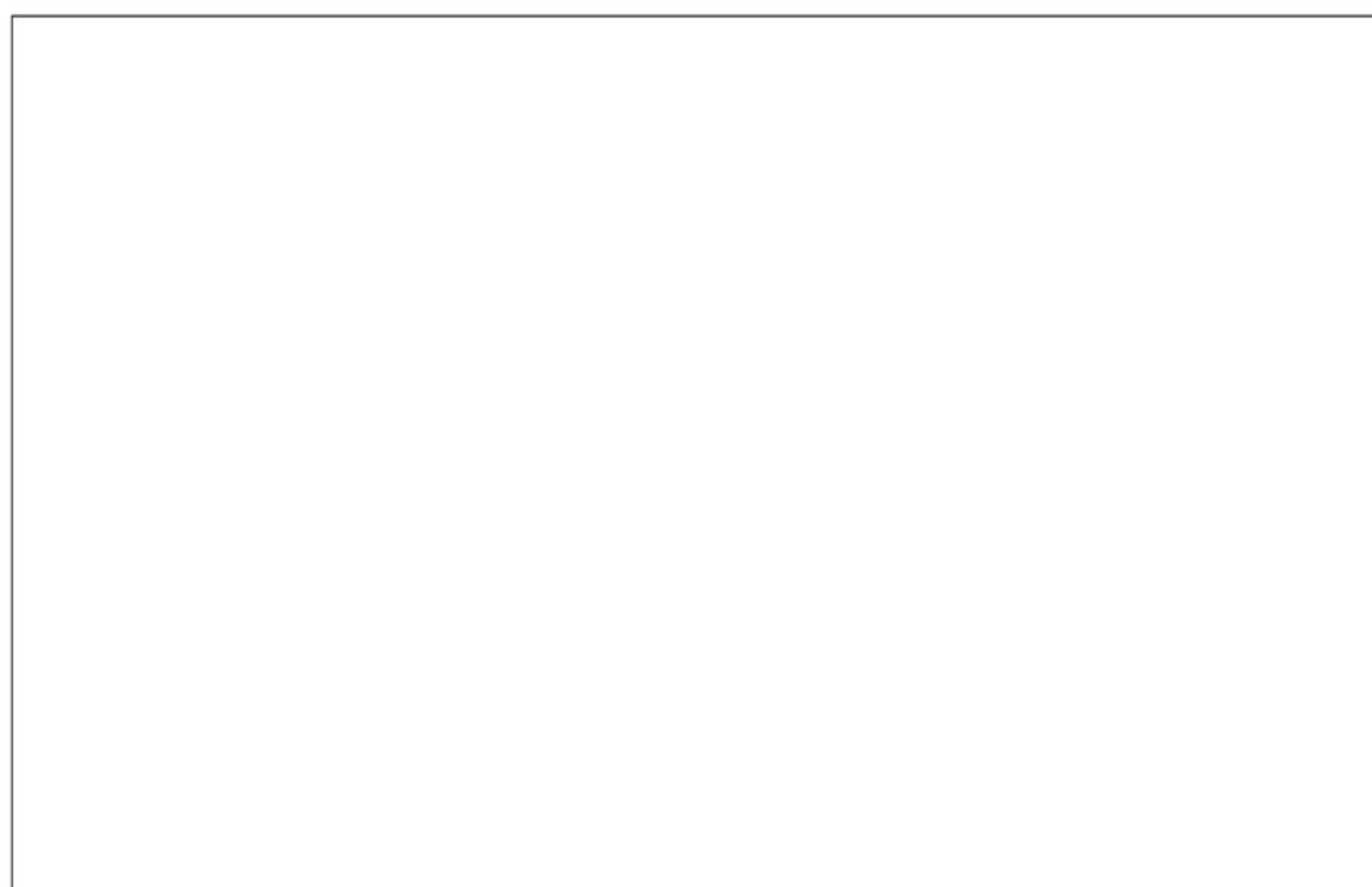
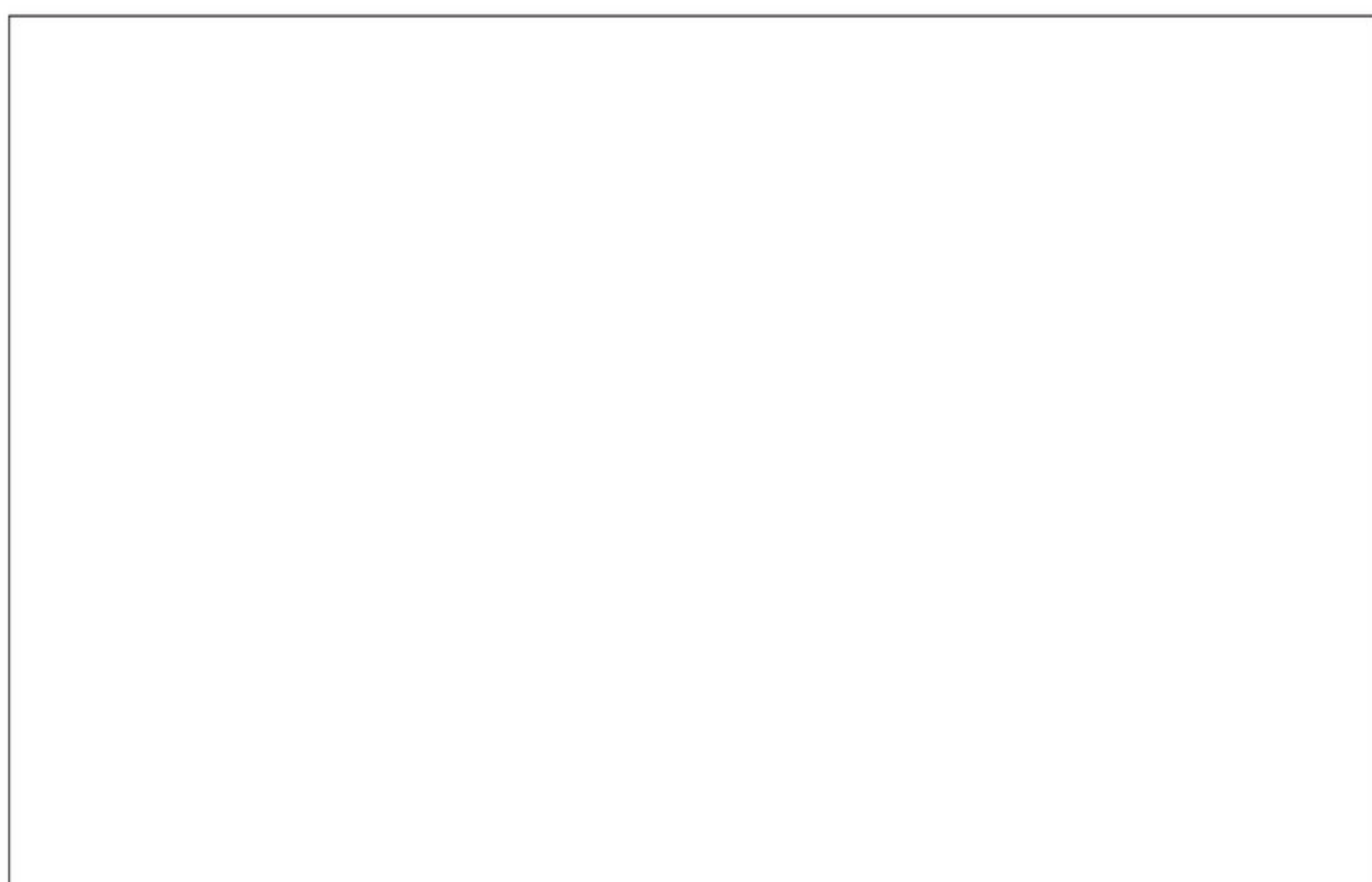
Onder aan de stengel van je witte dovenetel zijn de bloemen waarschijnlijk al uitgebloeid. De bloemkronen zijn daar verdwenen.

- Kijk in een bloemkelk. Je ziet dan vier vruchtjes zitten (zie ook afbeelding 2). Deze vruchtjes kunnen groen, bruin of zwart zijn. In een vruchtje zit een zaadje. Uit zo'n zaadje kan een nieuwe dovenetel groeien.

Afb. 2 Bloemkelk met vruchtjes.



- Maak een natuurgetrouwe tekening van de ligging van de vier vruchtjes in de bloemkelk.
- Haal met het pincet de vruchtjes uit de bloemkelk en maak een tekening van een vruchtje.



3

EEN BLOEM VAN ...

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 6.1.1

 30-40 minuten

WAT GA JE DOEN?

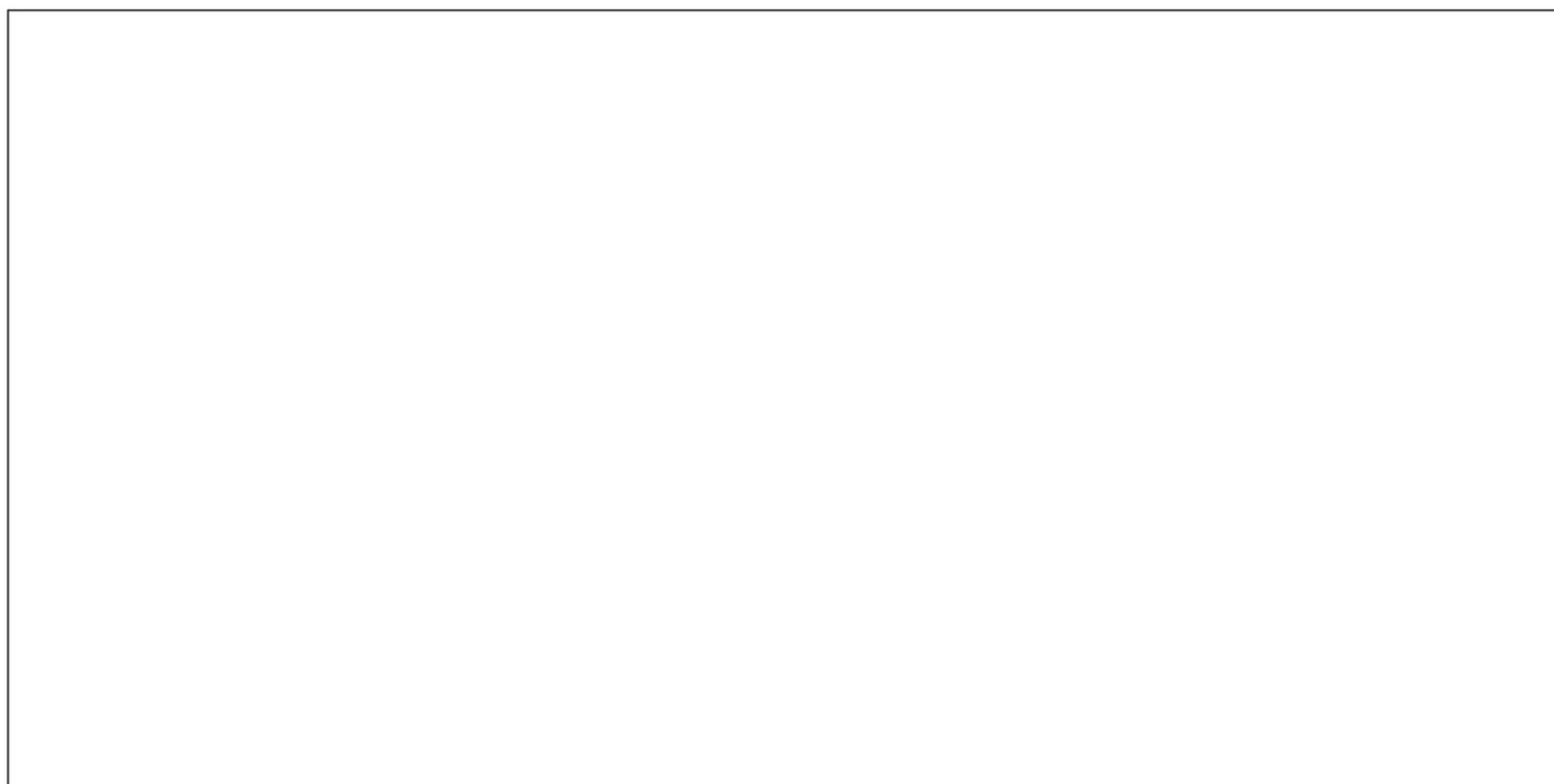
In dit practicum teken je verschillende delen van een bloem. Denk hierbij aan de tekenregels.

BENODIGDHEDEN

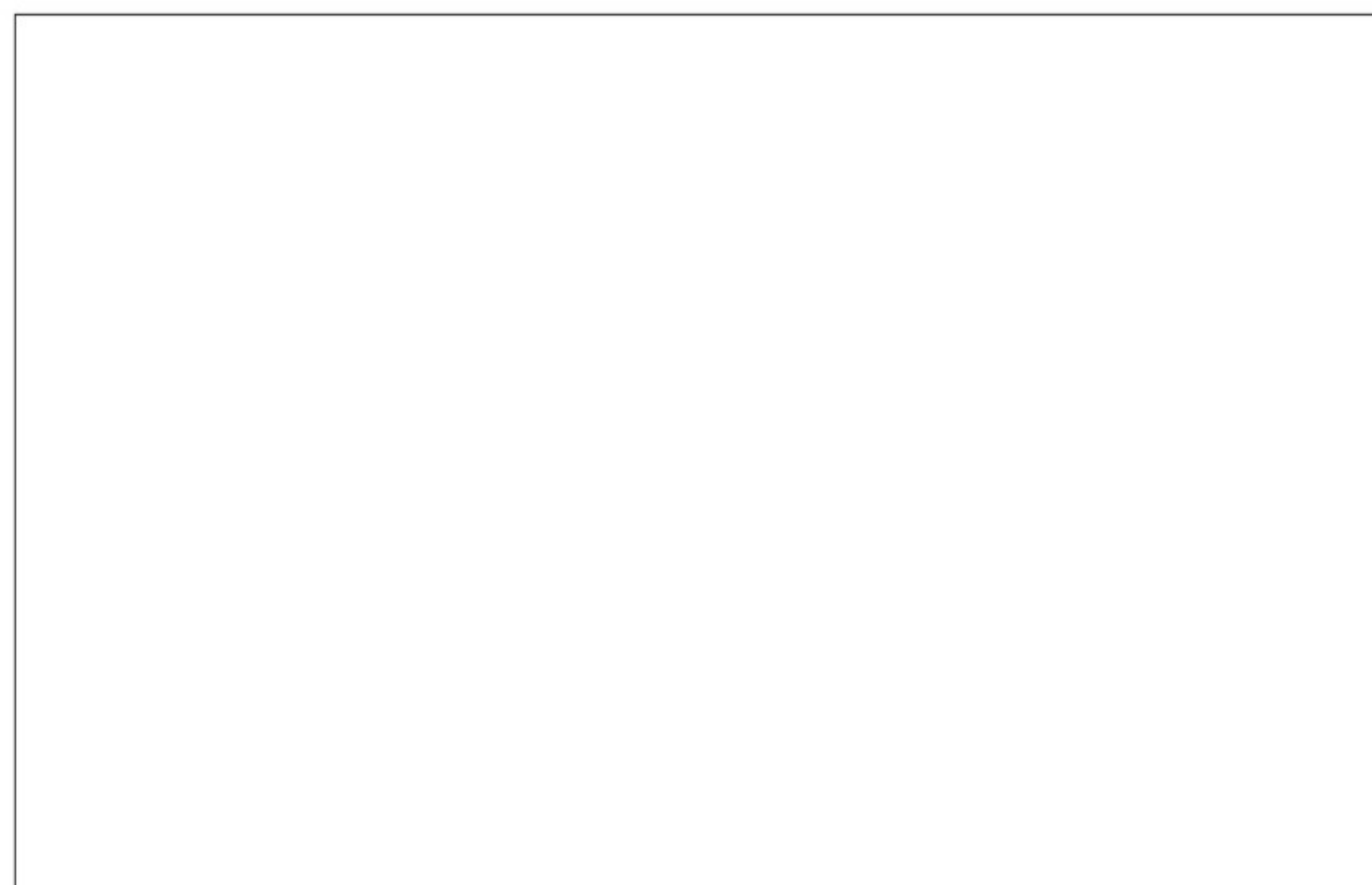
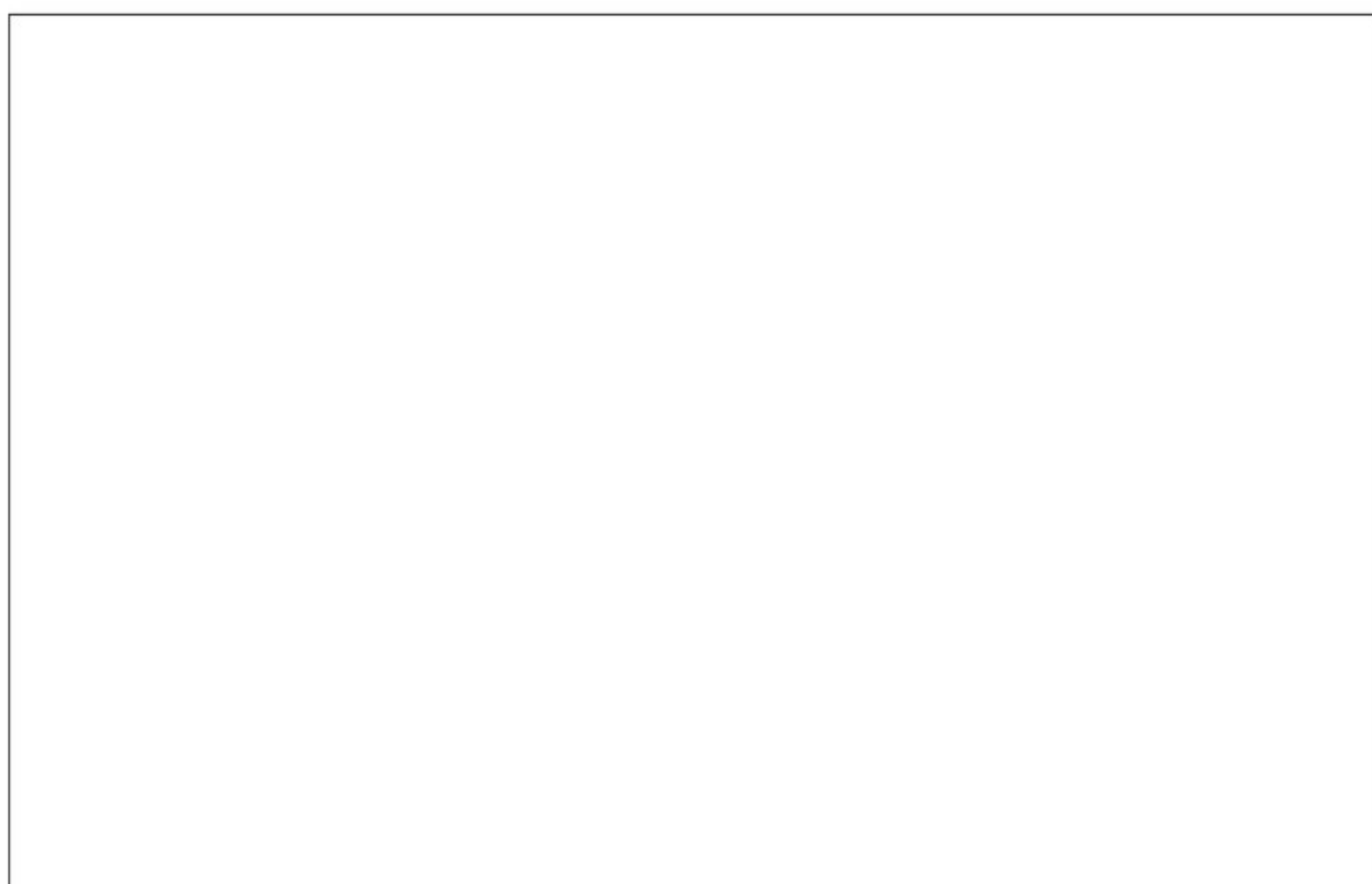
- ☐ een bloeiende plant
- ☐ een pincet (eventueel)
- ☐ tekenmateriaal

WERKWIJZE

- Maak een natuurgetrouwe tekening van het buitenaanzicht van de bloem. Schrijf erbij welke bloem je hebt getekend. Geef de volgende delen aan: *bloemsteel* – *kelkblad* – *kroonblad*.



- Haal voorzichtig een meeldraad uit de bloem. Gebruik hierbij eventueel het pincet.
- Maak een natuurgetrouwe tekening van de meeldraad. Geef de volgende delen aan: *helmdraad – helmknop*.
- Haal voorzichtig de stamper (of een van de stampers) uit de bloem. Gebruik hierbij eventueel het pincet.
- Maak een natuurgetrouwe tekening van de stamper. Geef de volgende delen aan: *stempel – stijl – vruchtbeginsel*.



4

HOOIKOORTS

► Basisstof 2 | ► Leerdoelen 6.2.4 en 6.O.14 | ► Leren onderzoeken 1

 20-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

Veel mensen hebben last van hooikoorts. Deze mensen reageren allergisch als ze de stuifmeelkorrels van bepaalde planten inademen. Voor hen is het belangrijk om te weten wanneer planten van deze soorten bloeien. Dat kunnen ze aflezen in een pollenkalender (zie afbeelding 3).

In dit practicum onderzoek je of hooikoorts wordt veroorzaakt door het stuifmeel van insectenbloemen en/of door het stuifmeel van windbloemen.

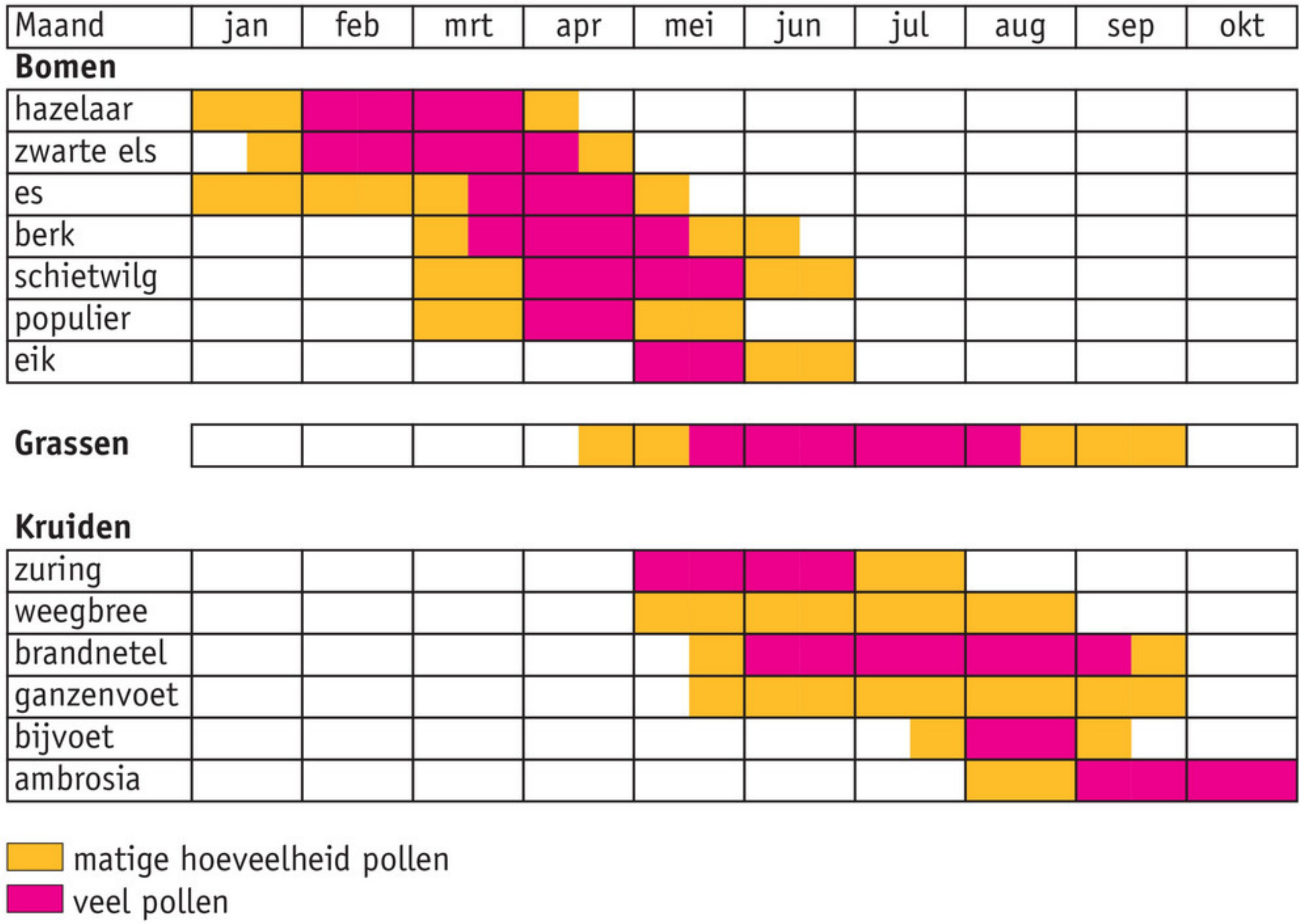
BENODIGDHEDEN

In de tabel lees je wat je nodig hebt.

WERKWIJZE

- Noteer in de tabel je onderzoeksvraag en je hypothese.
- Voer het werkplan uit.
- Noteer de resultaten in een tabel en trek een conclusie.
- Maak een verslag van je onderzoek. In Leren onderzoeken 1 kun je lezen waar je op moet letten.
- Lever het verslag in bij je docent.

Afb. 3 Pollenkalender.



ONDERZOEK	HOOIKOORTS
Onderzoeksvraag	
Hypothese	
Benodigdheden	☐ toegang tot internet of een plantengids (flora)
Werkplan	• Zoek de planten op die in de pollenkalender staan. • Noteer van elke plant of hij insectenbloemen of windbloemen heeft.
Resultaten	• Verwerk je resultaten in een tabel.
Conclusie	

5 STUIFMEELKORRELS

► Basisstof 2 | ► Leerdoel 6.2.4

15-25 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bestudeer je stuifmeelkorrels van insectenbloemen en windbloemen. Je maakt tekeningen. Denk hierbij aan de tekenregels.

BENODIGDHEDEN

- ☐ een klaargemaakt preparaat van stuifmeelkorrels van verschillende soorten planten (zie afbeelding 4)
- ☐ een microscoop
- ☐ tekenmateriaal

WERKWIJZE

- Bekijk het preparaat onder de microscoop bij een vergroting van 400x. Je ziet stuifmeelkorrels van insectenbloemen en van windbloemen.
- Maak natuurgetrouwe tekeningen van minstens twee verschillende stuifmeelkorrels van insectenbloemen.

Afb. 4 Stuifmeelkorrels.



- Maak natuurgetrouwe tekeningen van minstens twee verschillende stuifmeelkorrels van windbloemen.

6

EEN STUIFMEELBUIS

► Basisstof 3 | ► Leerdoel 6.3.5

 35-45 minuten

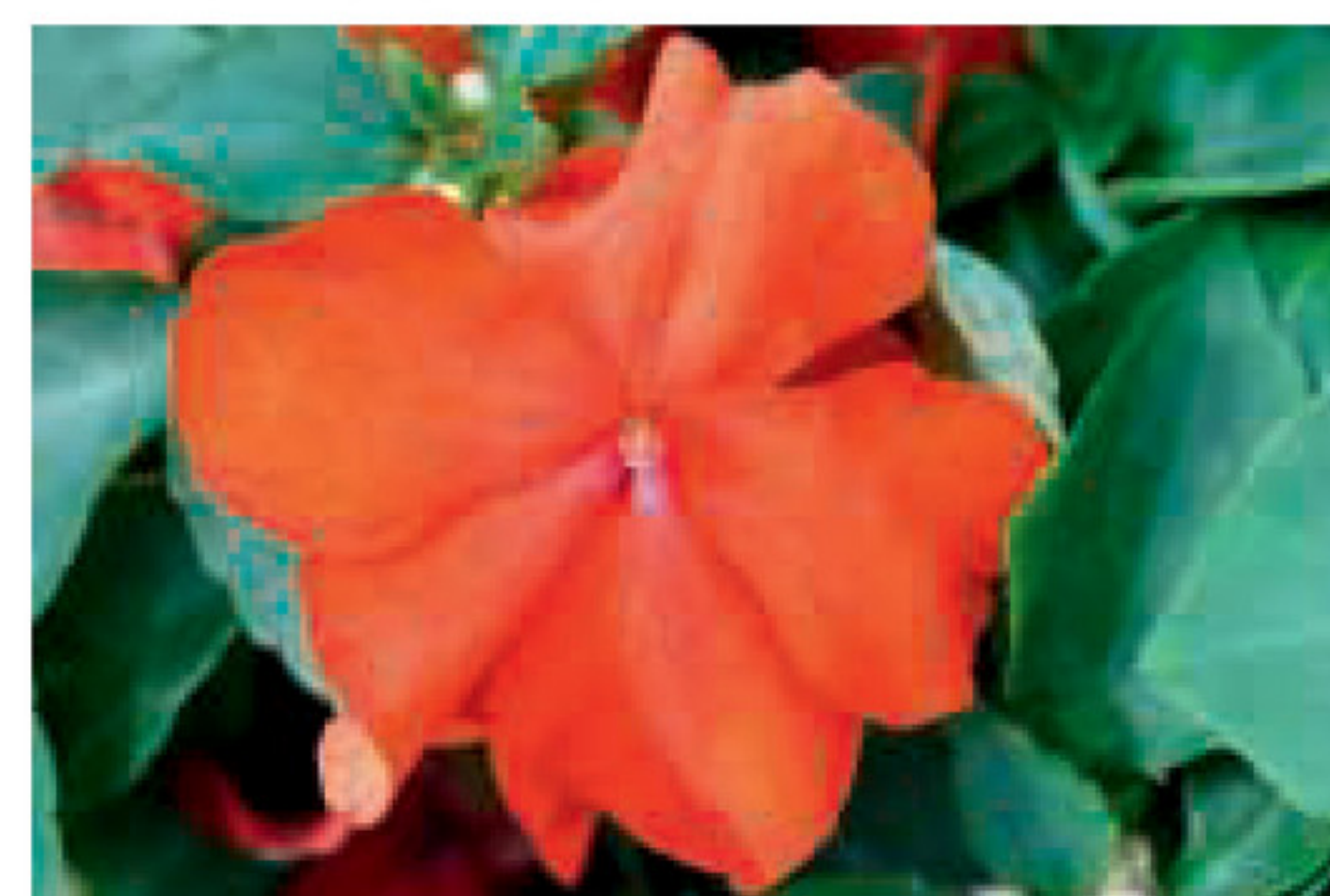
WAT GA JE DOEN?

In dit practicum maak je een preparaat van stuifmeelkorrels. Je maakt een tekening van een stuifmeelkorrel met een stuifmeelbuis. Denk hierbij aan de tekenregels.

BENODIGDHEDEN

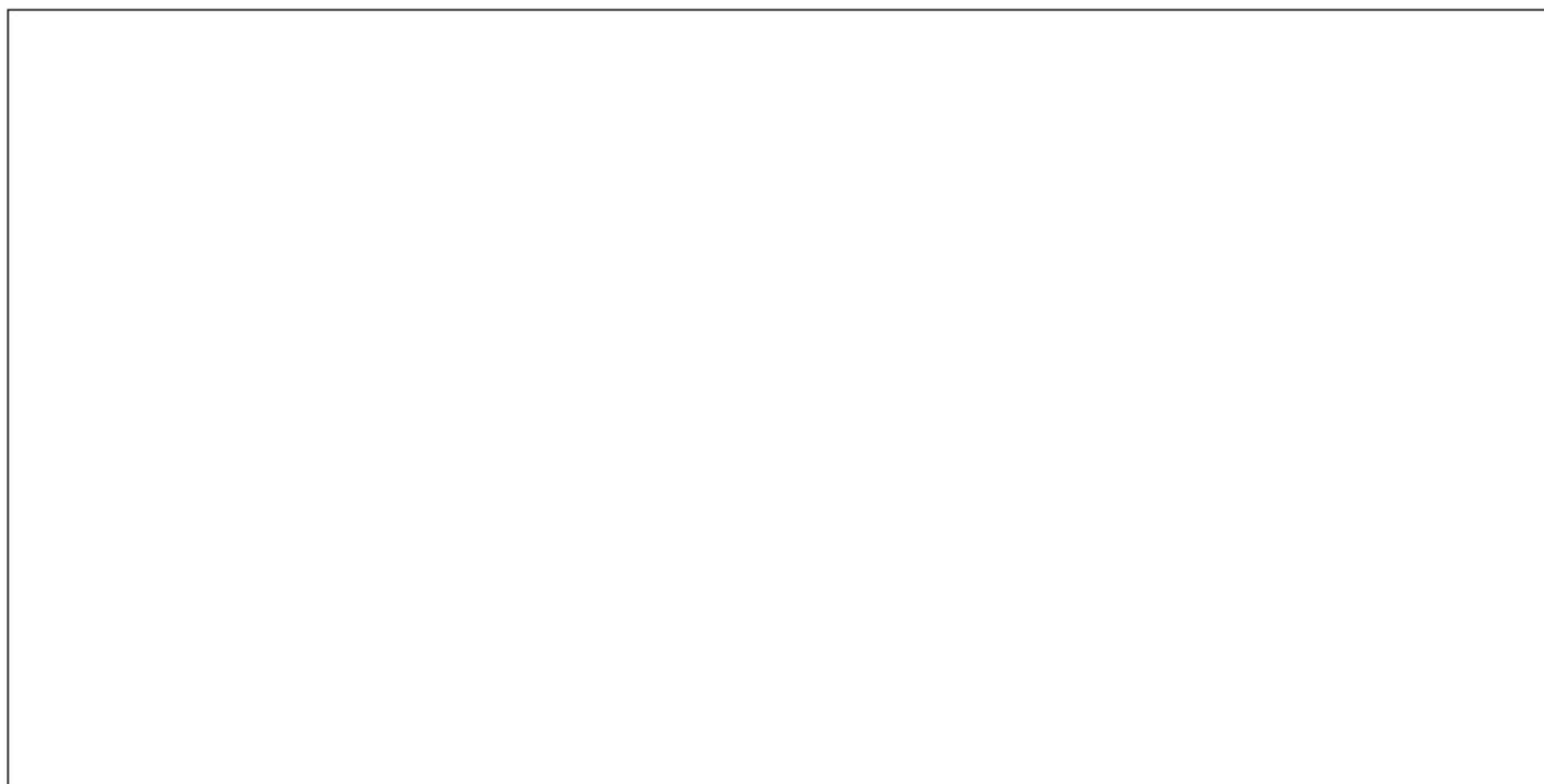
- ☐ een suikeroplossing (5%)
- ☐ stuifmeel, bijvoorbeeld van een vlijtig liesje (zie afbeelding 5)
- ☐ een microscoop
- ☐ prepareermateriaal
- ☐ tekenmateriaal

Afb. 5 Vlijtig liesje.



WERKWIJZE

- Breng een druppel van de suikeroplossing op een voorwerpglas.
- Strooi wat stuifmeelkorrels in de suikeroplossing.
- Leg voorzichtig een dekglasje op de druppel suikeroplossing.
- Bekijk na 10 minuten het preparaat bij een vergroting van 100×. Zoek in het preparaat een stuifmeelkorrel die een stuifmeelbuis heeft gevormd. Bekijk deze stuifmeelkorrel bij een vergroting van 400×.
- Maak een natuurgetrouwe tekening van de stuifmeelkorrel met stuifmeelbuis.

**7****EEN TOMAAT**

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 6.4.7

 **10-15 minuten**

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum maak je een tekening van een doorsnede van een tomaat.

BENODIGDHEDEN

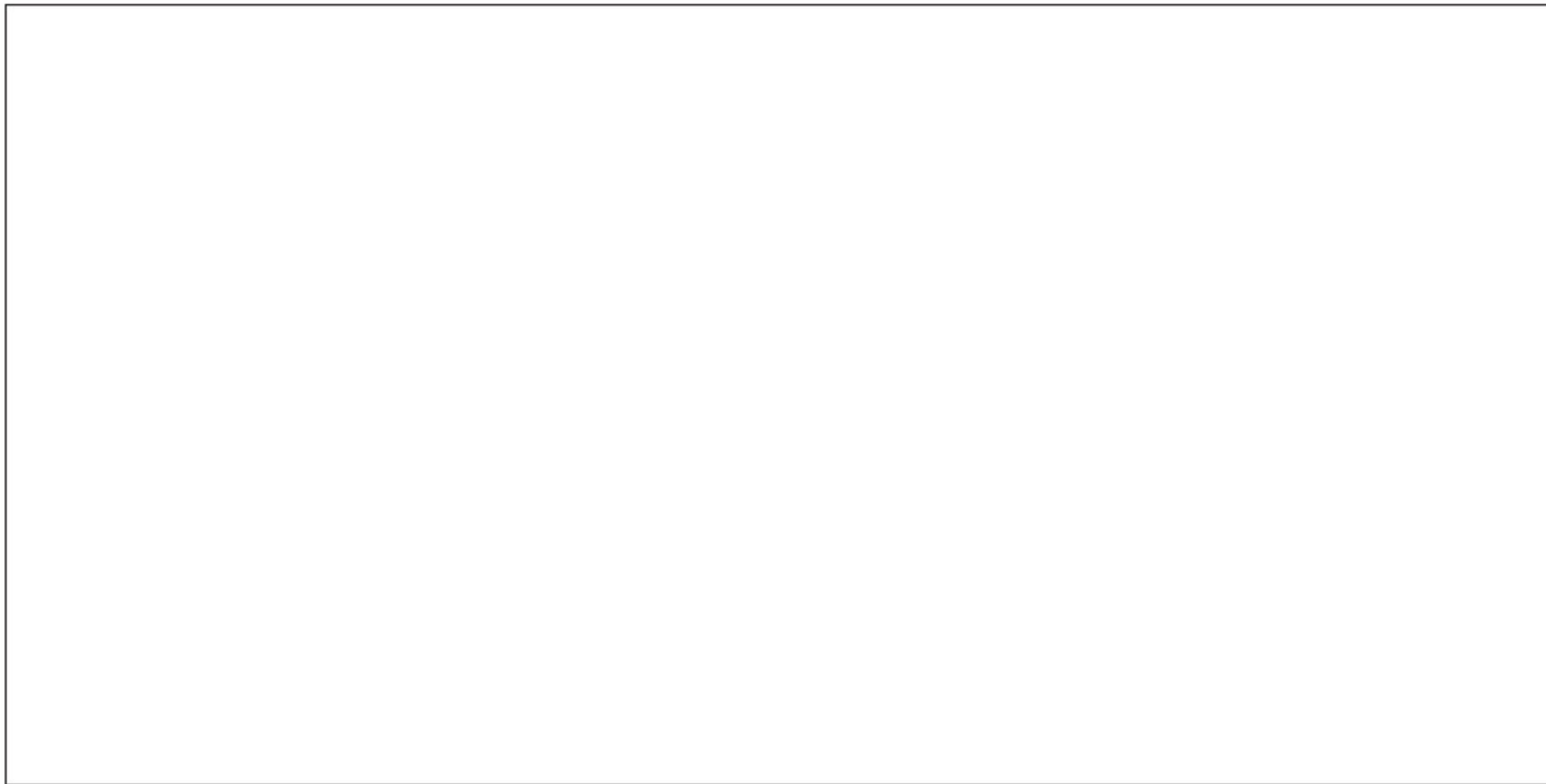
- ☐ een tomaat
- ☐ een mes
- ☐ tekenmateriaal

WERKWIJZE

- Snijd de tomaat in de lengte door, langs het steeltje (zie afbeelding 6).
- Maak een natuurgetrouwe tekening van de doorsnede van de tomaat. Geef de volgende delen aan: *vrucht – zaad*.

Afb. 6





8

EEN UIENBOL

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 6.5.9

 10-20 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum maak je een tekening van de lengtedoorsnede van een uienbol.

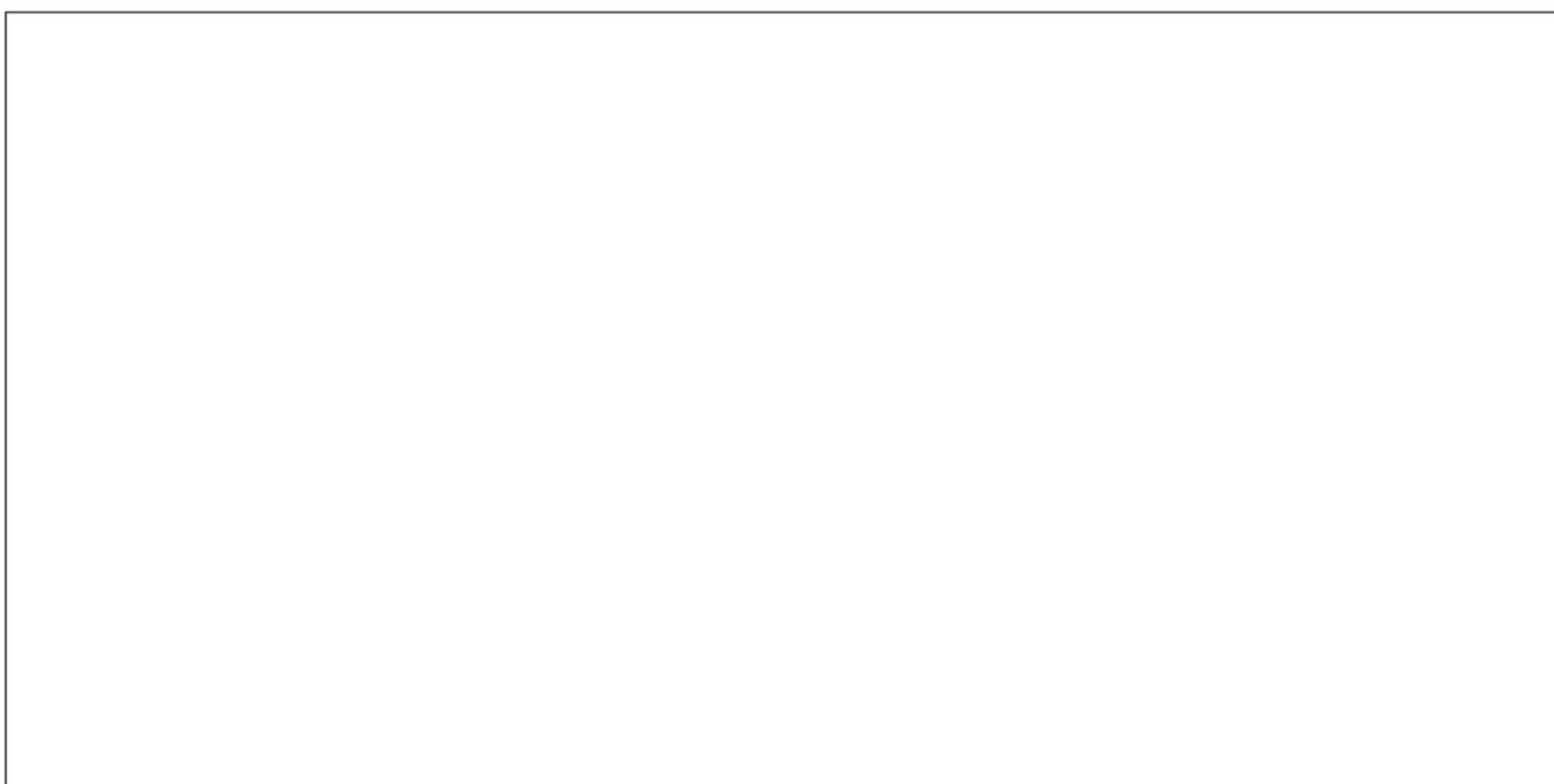
BENODIGDHEDEN

- ☐ een uienbol
- ☐ een mes
- ☐ tekenmateriaal

WERKWIJZE

- Snijd de uienbol in de lengte door (zie afbeelding 7).
- Maak een natuurgetrouwe tekening van de lengtedoorsnede. Geef de volgende delen aan: *bolschijf* – *knop* – *rok* – *wortel*.

Afb. 7



9

DE PAARDENBLOEM

▶ Extra 7 | ▶ Leerdoel 6.7.12

 25-35 minuten**WAT GA JE DOEN?**

In dit practicum teken je verschillende delen van de paardenbloem.

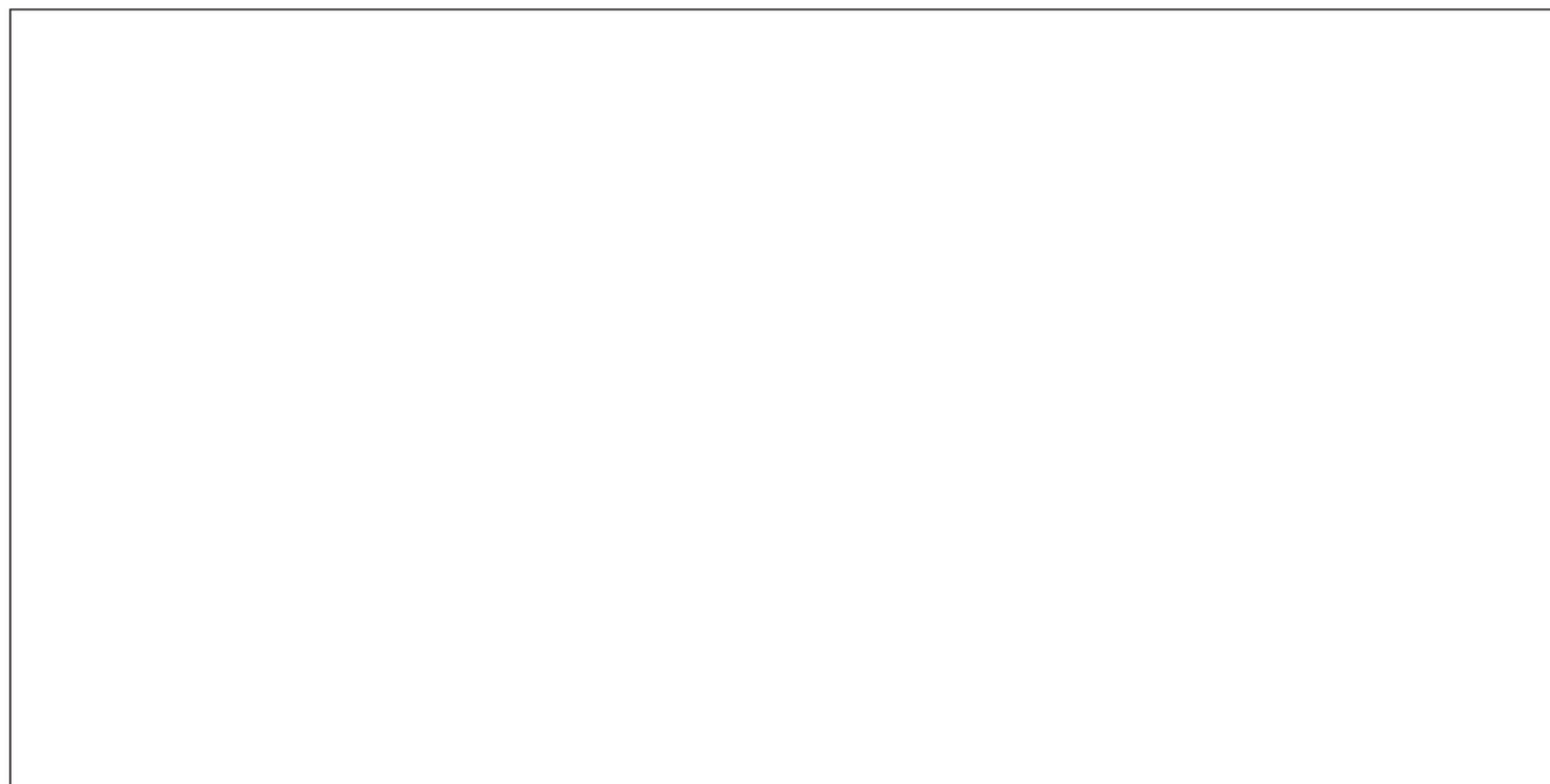
BENODIGDHEDEN

- ☐ een paardenbloem met een bloeiend en een uitgebloeid deel
- ☐ een pincet
- ☐ een loep
- ☐ plakband
- ☐ tekenmateriaal

WERKWIJZE

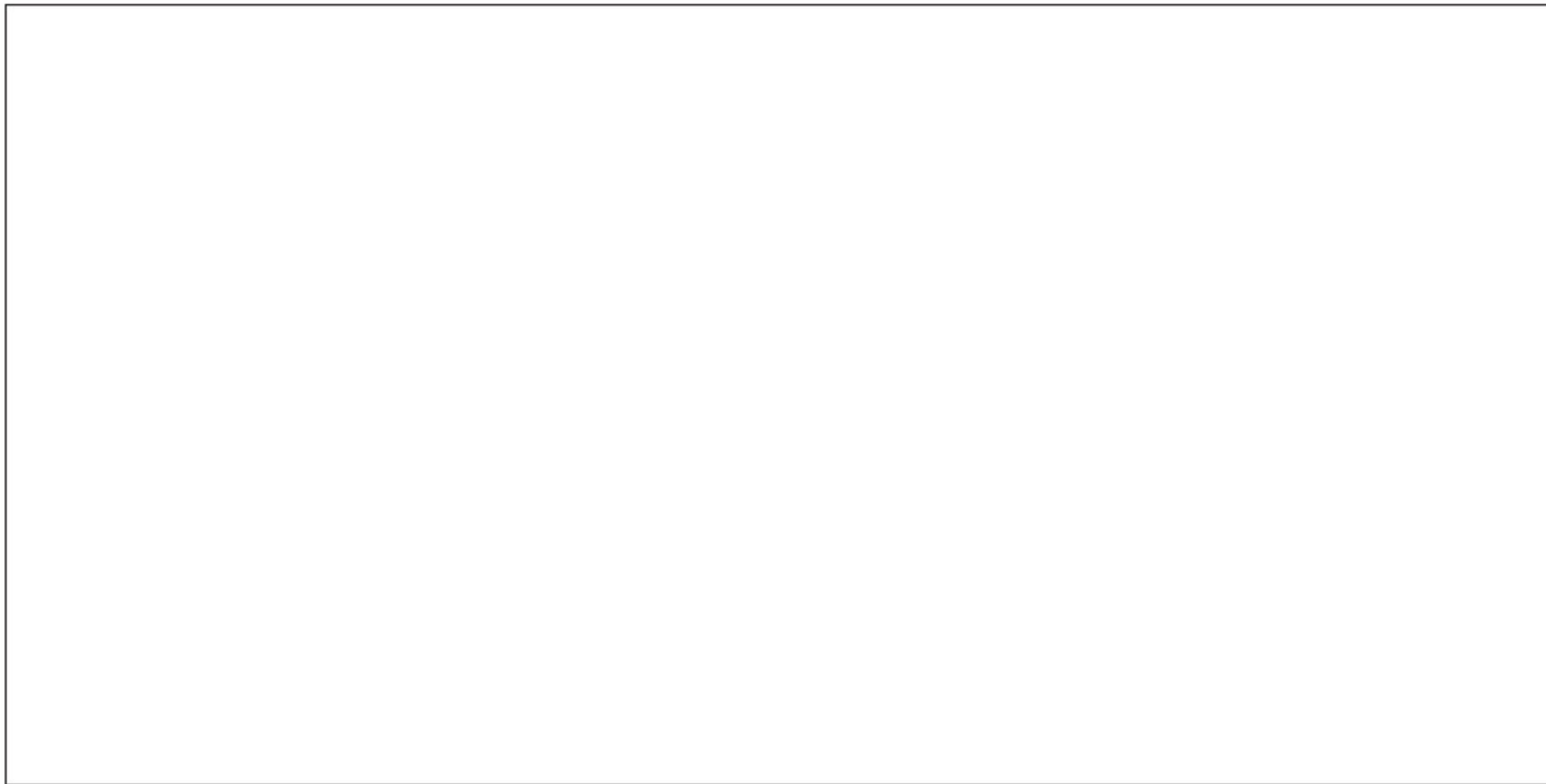
Een bloeiend deel van een paardenbloem bestaat uit een groot aantal lintbloemen. Elke bloemkelk bestaat uit een aantal haren. Deze haren vormen, als de bloem is uitgebloeid, de pluis aan de vrucht. De kroonbladeren zijn vergroeid.

- Breek een bloeiend deel doormidden en trek er voorzichtig met het pincet één bloempje uit.
- Bekijk het bloempje met de loep.
- Maak een natuurgetrouwe tekening van één lintbloem. Geef de volgende delen aan: *bloemkelk – helmknoppen – kroonbladeren – stempel – stijl – vruchtbeginsel*.
- Plak het bloempje naast je tekening.



Nadat een bloem is uitgebloeid, vallen de kroonbladeren, de meeldraden en de stijl met de stempel af. Het vruchtbeginsel groeit uit tot een vrucht. De bloemkelk vormt een pluis. De vruchtjes zitten vast op een gemeenschappelijke bloembodem.

- Bekijk het uitgebloeide deel van de paardenbloem.
- Pluk een vrucht met pluis van de bloembodem.
- Bekijk de vrucht met een loep.
- Maak een natuurgetrouwe tekening van de vrucht met pluis. Geef de volgende delen aan: *pluis – vrucht*.
- Plak de vrucht naast je tekening op.



10

KATJESDRAGERS

▶ Extra 8 | ▶ Leerdoel 6.8.13

 10-20 minuten**WAT GA JE DOEN?**

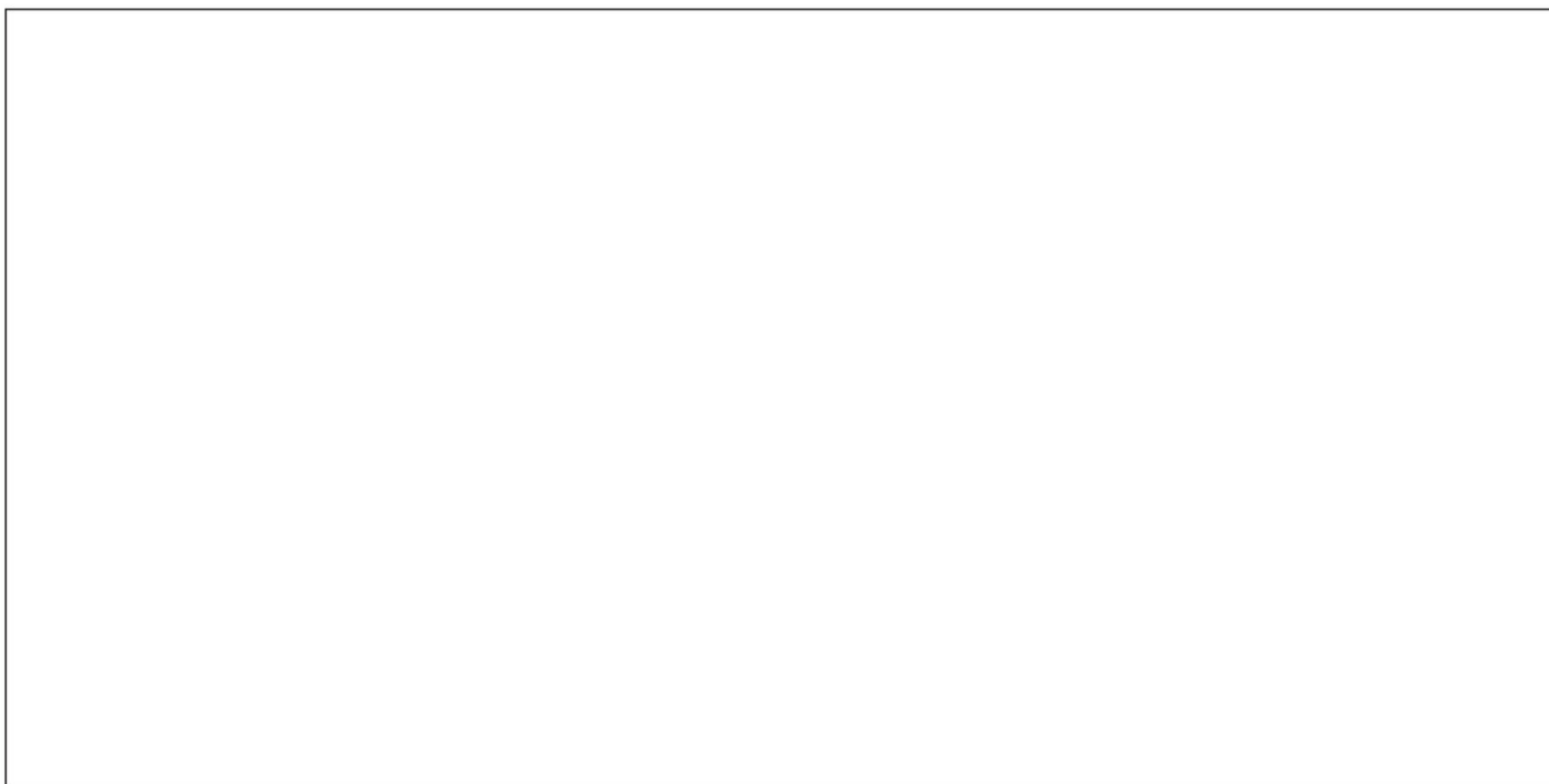
In dit practicum ga je katjes bekijken en tekenen. De meeste katjesdragers bloeien vroeg in het voorjaar. Later in het voorjaar ontstaan dan de vruchtjes.

BENODIGDHEDEN

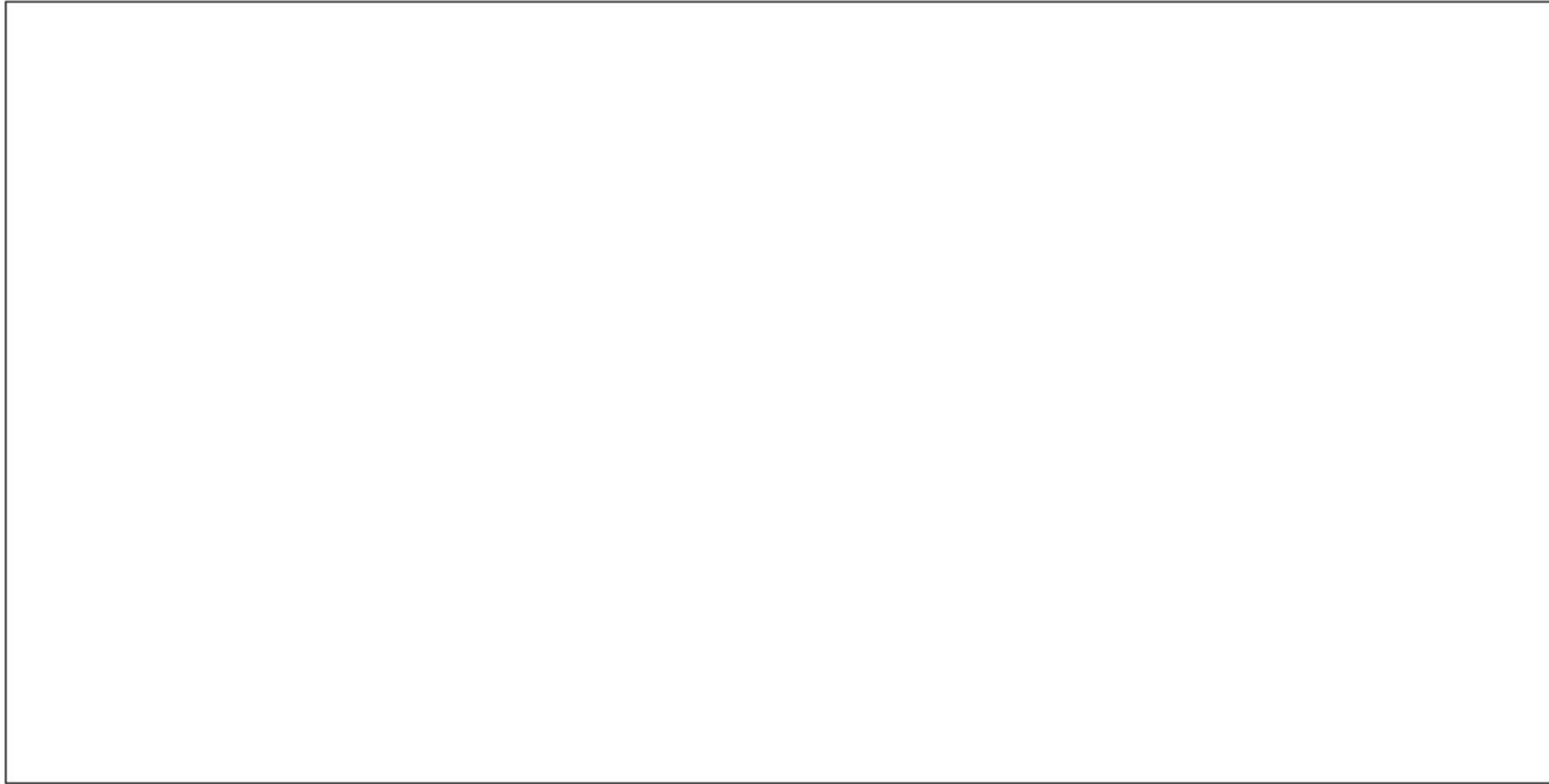
- ☐ een loep
- ☐ tekenmateriaal

WERKWIJZE

- Zoek een katjesdrager (berk, eik, els, hazelaar, wilg).
- Verzamel een stamperkatje en een meeldraadkatje.
- Maak een tekening van de katjes.



- Haal voorzichtig een stamperkatje uit elkaar en bekijk een vruchtje. Gebruik hierbij de loep.
- Maak een tekening van één vruchtje.



Samenvatting

BASIS 1

BLOEMEN

1 Je kunt de delen van een bloem benoemen met hun kenmerken en functies.

- Bloemkelk (kelkbladeren).
 - meestal groen
 - functie: beschermen van de bloem in de knop tegen uitdroging en kou
- Bloemkroon (kroonbladeren).
 - vaak groot en opvallend gekleurd, soms klein en groen
 - functie (als ze opvallend gekleurd zijn): lokken van insecten
- Meeldraad: mannelijk voortplantingsorgaan.
 - helmdraad en helmknop met helmhokjes
 - functie: vormen van stuifmeelkorrels (mannelijke geslachtscellen) in de helmhokjes
- Stamper: vrouwelijk voortplantingsorgaan.
 - stempel, stijl en vruchtbeginsel met een of meer zaadbeginsels
 - functie: vormen van eicellen (vrouwelijke geslachtscellen) in de zaadbeginsels
 - In elk zaadbeginsel ontstaat één eicel met kern.

BASIS 2

BESTUIVING

2 Je kunt beschrijven wat bestuiving is.

- Bestuiving: het overbrengen van stuifmeel van een meeldraad op de stempel(s) van een bloem van dezelfde plantensoort.

3 Je kunt het verschil benoemen tussen kruisbestuiving en zelfbestuiving.

- Kruisbestuiving: stuifmeel van een meeldraad komt op een stempel van een andere plant (van dezelfde soort).
 - Vooral de wind en insecten zorgen voor kruisbestuiving.
- Zelfbestuiving: stuifmeel van een meeldraad komt op een stempel van dezelfde plant.

4 Je kunt de kenmerken noemen van insectenbloemen en van windbloemen.

- Insectenbloemen: bloemen waarbij insecten voor bestuiving zorgen.
 - De bloemen zijn meestal groot, opvallend gekleurd, geurend en bevatten nectar.
- Windbloemen: bloemen waarbij de wind voor bestuiving zorgt.
 - De bloemen zijn meestal klein en onopvallend gekleurd, geuren niet en bevatten geen nectar.
 - Helmknoppen en stempel(s) steken vaak uit de bloem.

BASIS 3

BEVRUCHTING

5 Je kunt beschrijven hoe de bevruchting bij zaadplanten verloopt.

- Na bestuiving bevinden zich op de stempel een of meer stuifmeelkorrels.
 - Uit een stuifmeelkorrel groeit een stuifmeelbuis door de stijl naar een zaadbeginsel in het vruchtbeginsel.
 - Bevruchting: de kern van de stuifmeelkorrel versmelt met de kern van de eicel.
 - Het zaadbeginsel bevat dan een bevruchte eicel.

6 Je kunt de veranderingen in het zaadbeginsel na bevruchting beschrijven.

- Uit een bevruchte eicel ontstaat een kiem.
 - Bij kieming van een zaad groeit de kiem uit tot kiemplantje.
- Uit een zaadbeginsel (met een bevruchte eicel) ontstaat een zaad.

BASIS 4

VRUCHTEN EN ZADEN

7 Je kunt de veranderingen in het vruchtbeginsel na bevruchting beschrijven.

- Uit een vruchtbeginsel ontstaat een vrucht.
 - In het vruchtbeginsel beginnen een of meer zaadbeginsels te groeien.
 - Het vruchtbeginsel wordt groter, kroonbladeren vallen af.
- Vruchtvlees: zacht, soms eetbaar deel van de vrucht.
 - appel, peer: vruchtvlees ontstaat uit de bloembodem
 - banaan, sinaasappel: vruchtvlees ontstaat uit het vruchtbeginsel
- Een vrucht kan een of meer zaden bevatten.

BASIS 5

ONGESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

8 Je kunt uitleggen dat bij ongeslachtelijke voortplanting de nakomelingen dezelfde erfelijke eigenschappen hebben als de ouder.

- Ongeslachtelijke voortplanting: een deel van een organisme groeit uit tot een nieuw organisme.
- Bij ongeslachtelijke voortplanting hebben de nakomelingen precies dezelfde erfelijke eigenschappen als de ouder.
 - Alle delen van een organisme hebben dezelfde chromosomen in de celkern.
 - Bij celdeling worden de chromosomen gekopieerd.

9 Je kunt voorbeelden geven van ongeslachtelijke voortplanting.

- Knol: een verdikte stengel met reservevoedsel en knoppen, bijv. aardappelplant.
 - Als een knol uitloopt, ontstaat uit een van de knoppen een plant.
 - Hieraan ontstaan nieuwe knollen, die elk weer kunnen uitlopen tot een plant.
- Bol: bolschijf met rokken (verdikte bladeren met reservevoedsel) en knoppen, bijv. tulp.
 - Als een bol uitloopt, ontstaat uit een van de knoppen een plant.
 - Uit de andere knoppen ontstaan nieuwe bollen, die elk weer kunnen uitlopen tot een plant.
- Uitloper: bovengrondse stengel waaraan jonge planten ontstaan, bijv. aardbeiplant.
- Wortelstok: ondergrondse stengel waaraan jonge planten ontstaan, bijv. lelietje-van-dalen.
- Vermeerderen: toepassen van ongeslachtelijke voortplanting door plantenkwekers.
 - stekken: uit een stukje stengel of blad groeit een nieuwe plant
- Weefselkweek: groeipunten (knoppen) groeien uit tot nieuwe plantjes.
 - Door weefselkweek kunnen snel heel veel planten worden verkregen.
- Eencellige organismen (bijv. bacteriën) planten zich voort door celdeling.
- Een kwal begint zijn leven als poliep.
 - In de poliep ontstaan kleine kwalletjes, die aan elkaar vastzitten.
 - De babykwalletjes laten los en groeien uit tot volwassen kwallen.
 - Door geslachtelijke voortplanting ontstaat weer een poliep.

BASIS 6

GESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

10 Je kunt uitleggen dat bij geslachtelijke voortplanting elk van de ouders 50% van het DNA levert.

- Geslachtelijke voortplanting: er vindt bevruchting plaats.
- Bij geslachtelijke voortplanting hebben de nakomelingen niet precies dezelfde erfelijke eigenschappen als de ouders.
 - Bij geslachtelijke voortplanting zijn altijd twee geslachtscellen betrokken.
 - Geslachtscellen ontstaan door een speciale celdeling: meiose.
 - Bij meiose worden de chromosomen verdeeld.
 - Bij bevruchting komt het DNA van twee organismen bij elkaar.

11 Je kunt voorbeelden geven van geslachtelijke voortplanting.

- Zaadplanten.
- Bij alle dieren vindt geslachtelijke voortplanting plaats, bijv. zoogdieren, amfibieën, vogels, insecten.
- Uitwendige bevruchting: bevruchting vindt plaats buiten het lichaam.
 - bij dieren die in het water leven, bijv. kikkers, vissen
- Inwendige bevruchting: bevruchting vindt plaats in het lichaam van het vrouwtje, bijv. insecten, vogels, zoogdieren.

EXTRA 7

VERSPREIDING VAN ZADEN (VERDIEPING)**12 Je kunt uit afbeeldingen van (delen van) planten afleiden hoe de vruchten en zaden worden verspreid.**

- Verspreiding door de plant zelf.
 - Vruchten springen open als ze rijp zijn en schieten of slingeren de zaden weg.
- Verspreiding door de wind.
 - vruchten (met daarin zaden) met pluus of vleugels
- Verspreiding door dieren.
 - Vruchten (bessen) worden gegeten waarbij de zaden onverteerd worden uitgepoept.
 - Wintervoorraden worden niet volledig opgegeten of vergeten.
 - Vruchten met kleine haakjes, waardoor deze aan de vacht van dieren blijven hangen.

EXTRA 8

MANNELIJKE EN VROUWELIJKE ORGANEN (VERBREDING)**13 Je kunt voorbeelden noemen van mannelijke en vrouwelijke voortplantingsorganen bij planten en dieren.**

- Eenslachtige bloemen: bevatten alleen meeldraden (mannelijk) of alleen stampers (vrouwelijk).
- Tweeslachtige bloemen: bevatten zowel meeldraden als stampers.
- Eenhuizige plantensoorten.
 - plantensoorten met tweeslachtige bloemen en plantensoorten met mannelijke en vrouwelijke bloemen op dezelfde plant
 - Bij eenhuizige plantensoorten is zelfbestuiving mogelijk.
- Tweekuizige plantensoorten.
 - plantensoorten met alleen mannelijke bloemen of alleen vrouwelijke bloemen
 - Bij tweekuizige plantensoorten is geen zelfbestuiving mogelijk.
- Cloaca: geslachtsopening van vogels (mannelijk en vrouwelijk).
 - Paring: vogels drukken de cloaca-openingen tegen elkaar.
- Hemipenis: dubbele penis bij slangen en hagedissen.
 - Hierdoor kan het mannetje zowel links als rechts contact maken met het vrouwtje.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA**14 Je kunt een onderzoek schriftelijk presenteren.**

 Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

Register

A

aangeboren gedrag	131
aangeleerd gedrag.....	131
adequate prikkel	96
adrenaline	140
amplitude	154
antagonistisch paar.....	35

B

basilair membraan	155
beeldscherm gebruiken	45
beenderen	8
beenmerg, geel	17
beenmerg, rood.....	17
beenverbindingen	24
bekken	9
bestuiving.....	186
bevruchte eicel.....	194
bevruchting.....	194, 214
bevruchting, inwendige	216
bevruchting, uitwendige	215
bewegingen, bewuste.....	150
bewegingen, geautomatiseerde	50
bewegingen, gewilde	150
bewegingscentra	150
bewegingszenuwcellen.....	123
bewuste bewegingen.....	150
bewuste gewaarwording	150
bewuste reactie.....	124
bewuste waarneming.....	150
biceps.....	35
bijziend	113
blesure.....	51
blinde vlek	111
bloedsuikerspiegel.....	139
bloem	180
bloemkelk.....	180
bloemkroon	180
blootstellingsduur.....	156
bochel	44
bolle lenzen	113
bollen	207
bolschijf.....	207
borstkas.....	8
bot zetten	62
botbreuken	62
botten.....	8
botweefsel	18
brandwond	103

buis van Eustachius.....	109
--------------------------	-----

C

celdeling	205
cellichaam	121
centrale zenuwstelsel	120
cirkeldiagram	70
cloaca.....	231
collageen	18
conditie	50
controlegroep.....	74
coördinatie	50

D

decibel	154
drempelwaarde	96
drukzintuigen.....	95
dubbele-S-vorm.....	43
dwarsgestreept spierweefsel	36

E

eenhuizig.....	231
eenslachtig	230
eicel	181
eilandjes van Langerhans	139
ethogram	162
ethologie	161
Eustachius, buis van.....	109

F

fontanellen	19
-------------------	----

G

geautomatiseerde bewegingen	50
gedrag	130
gedrag, aangeboren	131
gedrag, aangeleerd	131
gedrag, sociaal.....	131
gedragsketen	130
geel beenmerg	17
gehoorbeentjes.....	109
gehoorgang.....	109
gehoorschade	156
gehoorzenuw	109
gehoorzintuigen	109
gele vlek	111
geleiachtige kern.....	44
geluiden	154
geluidsfrequentie	154

geslachtelijke voortplanting.....	205
geslachtscellen	213
gevoelscentra.....	150
gevoelszenuwcellen	123
gewelfd.....	60
gewenning	96
gewilde bewegingen.....	150
gewricht.....	25
gewrichtskapsel	26
gewrichtskogel	25
gewrichtskom.....	25
gewrichtssmeer.....	26
glad spierweefsel	36
glasachtig lichaam	110
glucagon.....	139
glucosegehalte.....	139
glycogeen	139
groeipunt.....	208
grote hersenen	150

H

haarzakje.....	102
handelingen.....	130
harde oogvlies	110
hartspierweefsel	36
helmdraad	181
helmhokjes	181
helmknop	181
hemipenis.....	232
hersencentrum	150
hersen en	149
hersen en, kleine	150
hersen en, grote.....	150
hersenstam.....	149
hertz.....	154
holle lenzen	113
hoofd.....	9
hoornlaag	102
hoornvlies.....	110
hormonen	138
hormoonstelsel.....	138

I

impulsen	94
impulsfrequentie.....	96
insectenbloemen	187
insuline	139
interpretatie van gedrag	133
inwendige bevruchting	216

inwendige prikkel.....	131
iris.....	110
K	
kalkzouten.....	18
kapselbanden.....	26
kegeltjes.....	111
kelkbladeren.....	180
kiem.....	194
kiemlaag.....	102
kleine hersenen.....	150
klier.....	121
kneuzing.....	63
knollen.....	206
knoppen.....	206
kogelgewricht.....	26
koudezintuigen.....	95
kraakbeenweefsel.....	18
kroonbladeren.....	180
kruisbestuiving.....	187
L	
Langerhans, eilandjes van.....	139
ledematen.....	9
lederhuid.....	102
lens.....	110
lenzen, bolle.....	113
lenzen, holle.....	113
lichaamsbeweging.....	50
lichaamshouding.....	44
lijndiagram.....	70
M	
meeldraden.....	181
meiose.....	214
merg.....	149
motivatie.....	131
motorisch geheugen.....	50
N	
naad.....	24
nectar.....	186
netvlies.....	110
normen.....	132
O	
observatie van gedrag.....	133
onderhuidse bindweefsel.....	102
ongeslachtelijke voortplanting.....	205
ontstekingen.....	64
ontwrichting.....	64
oogspieren.....	110
oogzenuw.....	110

oorschelp.....	109
oorsmeerkiertjes.....	109
opperhuid.....	102
orgaanspiieren.....	36
P	
pees.....	35
peulvrucht.....	198
pijnpunten.....	95
pijpbeenderen.....	17
platte beenderen.....	17
prikkel, adequate.....	96
prikkel, inwendige.....	131
prikkel, uitwendige.....	131
prikkels.....	94
proefgroep.....	74
protocol.....	162
pupil.....	110
pupilreflex.....	112
R	
reflex.....	124
reflexboog.....	124
respons.....	131
reukzintuig.....	103
rokken.....	207
rolgewricht.....	26
romp.....	9
rood beenmerg.....	17
RSI.....	51
ruggenmerg.....	120
S	
schakelcellen.....	123
scharniergewricht.....	26
schedel.....	8
schors.....	149
schoudergordel.....	8
signaal.....	132
skelet.....	8
slakkenhuis.....	109, 155
smaakknopjes.....	104
smaakzintuig.....	104
sociaal gedrag.....	132
spierbundels.....	35
spierfibril.....	36
spierpijn.....	51
spierschede.....	35
spierscheuring.....	62
spierstelsel.....	34
spiervezels.....	35, 37
spierweefsel, dwarsgestreept.....	36
spierweefsel, glad.....	36

staafdiagram.....	70
staafjes.....	111
stamper.....	181
stempel.....	181
stijl.....	181
stuifmeel.....	186
stuifmeelbuis.....	193
stuifmeelkorrels.....	181
T	
talgklieren.....	102
tastzintuigen.....	95
terugkoppeling.....	140
tillen.....	45
traanklieren.....	110
triceps.....	35
trilharen.....	156
trommelholte.....	109
trommelvlies.....	109
tussenwervelschijven.....	44
tweehuizig.....	231
tweeslachtig.....	230
U	
uitlopers (plant).....	207
uitlopers (zenuwcel).....	121
uitwendige bevruchting.....	215
uitwendige prikkel.....	131
V	
vaatvlies.....	110
vergroeid.....	24
vermeerderen.....	208
verspreiding van zaden.....	225
verziend.....	113
verzwikking.....	64
voetbalknie.....	63
volume.....	154
voortplanting, geslachtelijke.....	205
voortplanting, ongeslachtelijke.....	205
vrucht.....	198
vruchtbeginsel.....	181
vruchtvlees.....	199
W	
waarden.....	132
waarnemen.....	94
warmtezintuigen.....	95
weefselkweek.....	208
wervelkolom.....	8
windbloemen.....	187
wortelstokken.....	207

Z

zaad	194
zaadbeginsels.....	181
zaadverspreiding.....	225
zelfbestuiving	187
zenuw.....	122
zenuwcellen	121
zintuig	94
zintuigcellen	94
zintuigenstelsel.....	94
zithouding	44
zweetklieren	102

Colofon

ONTWERP BINNENWERK

Pointer grafische vormgeving
Crius Group

ONTWERP OMSLAG

Studio Struis

UITVOERING BINNENWERK

Crius Group

EINDREDACTIE

Lineke Pijnappels

AUTEURS

Daniël van Draanen
Marianne Gommers
Arthur Jansen
Judith Korhorn
Hans Rawee

MET MEDEWERKING VAN

Arteunis Bos
Onno Kalverda

BUREAU REDACTIE

Ivonne Hermens

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF, alchemic2015: blz. 243; 123RF, bmatrix54: blz. 241; 123RF, karandaev: blz. 242; 123RF, Leonard Zhukovsky: blz. 144; 123RF, maurus: blz. 134; 123RF, Ryu Seung il: blz. 54; 123RF, Vereshchagin Dmitry: blz. 129; Alamy / Imageselect, blickwinkel: blz. 180 (2.2); Alamy / Imageselect, carlo maggio: blz. 224; Alamy / Imageselect, Florapix: blz. 192 (12); Alamy / Imageselect, Malcolm Schuyl: blz. 145; Alamy / Imageselect, Natural History Museum, London: blz. 56, 222 (1.1); Alamy / Imageselect, Robert Pickett: blz. 222 (1.2); ANP Foto, Koen Suyk: blz. 112 (6); Associated Press / Hollandse Hoogte: blz. 53 (4); Bas Teunis Zoological Illustrations, Sinderen: blz. 130, 204, 231 (3.1, 3.3); Buiten-beeld / ANP Foto, Gerrit van Ommering: blz. 212; Buiten-beeld, Michel Geven: blz. 227 (6.1); Alvesgaspar, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2825677>: blz. 191 (10); Depositphotos, sewer12: blz. 202 (9.1); Dreamstime, Veta, Istvan Dr. FotoVeto: blz. 226 (5); Erik Eshuis Infographics, Groningen: blz. 11 (5.2), 13, 17, 22 (8), 39, 44 (4), 45 (5.2), 46 (9), 48, 53 (1), 64 (7), 70 (2, 3), 71,

73 (7.1, 7.2), 82, 84, 96 (3.1, 3.2), 99, 100 (6, 7), 140 (3), 146, 152 (6.1), 155 (3), 156 (4), 158, 159 (9), 161 (1.1, 1.2), 163, 183 (5), 187 (3), 190 (8), 203, 204 (2), 209, 218, 220 (12.1, 12.2), 240 (3); Fotografie Marijn Olislagers: blz. 25 (3), 77 (1.2, 2.2); Fotostudio Schuurmans, Elshout: blz. 77 (1.1, 2.1); Getty Images, Alissa Holland: blz. 92-93; Getty Images, Ed Reschke: blz. 191 (11), 240 (4); Getty Images, EyeEm: blz. 178-179; Getty Images, Franco Banfi: blz. 6-7; Getty Images, Scott Camazine: blz. 227 (6.2); Hans Rawee, Amersfoort: blz. 42, 221; Henk van der Vrande: blz. 18 (2.1), 95, 102, 104 (4), 110 (3), 112 (8), 113 (9, 10), 199 (4.1-4.3), 219; Hollandse Hoogte, Ger Loeffen: blz. 157 (7); Hollandse Hoogte, Rex Features: blz. 127; Hollandse Hoogte, Sabine Joosten: blz. 50 (2); Imageselect, Brian Lightfoot: blz. 225 (1.1); Imageselect, Dieter Heinemann: blz. 205; Imageselect, Martin Ruegner: blz. 214 (3.2); Imageselect, Stefan Rupp: blz. 143 (8); Imageselect: blz. 110 (2.2); iStockphoto, ssiltane: blz. 226 (4); Maja d'Hollosy / Skullpting: blz. 12 (6.1, 6.2); Medical Visuals, Maartje Kunen: blz. 36, 151, 152 (6.2); Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: blz. 27, 165, 168, 200 (6), 210, 211 (12.1); Minden Pictures / Nature in Stock, Martin Willis: blz. 137; Nationale Beeldbank, Ans Houben: blz. 50 (1); Petra Wester: blz. 192 (13); Science Photo Library / ANP Foto, Dr Jeremy Burgess: blz. 188 (5.1); Science Photo Library / ANP Foto, Thomas Deerinck: blz. 36; Science Photo Library / ANP Foto: blz. 40 (8), 63 (4), 101, 215 (5), 232 (4.1); Shutterstock, 2xSamara.com: blz. 18 (3); Shutterstock, Africa Studio: blz. 23, 186 (2); Shutterstock, AleksZ Photo: blz. 161 (1.1, 1.2); Shutterstock, Alessandro De Maddalena: blz. 233; Shutterstock, Alexandr Vlassyuk: blz. 200 (5.1); Shutterstock, alias612: blz. 180 (2.1); Shutterstock, Ammit Jack: blz. 55; Shutterstock, Andrew Goodsell: blz. 231 (3.2); Shutterstock, Andrey_Popov: blz. 156 (5); Shutterstock, Anna Kuchero: blz. 200 (5.2); Shutterstock, Anna Sedneva: blz. 200 (5.4); Shutterstock, Artush: blz. 215 (4.1); Shutterstock, AZ Outdoor Photography: blz. 186 (1.2); Shutterstock, Bildagentur Zoonar GmbH: blz. 215 (4.2); Shutterstock, Birgit Reitz-Hofmann: blz. 202 (9.2); Shutterstock, Blamb: blz. 41 (12); Shutterstock, BlueRingMedia: blz. 37 (5.1a-5.3a), 48, 182; Shutterstock, Christos Georghiou: blz. 98; Shutterstock, digitalskillet: blz. 133 (5.3); Shutterstock, Dn Br: blz. 30 (8); Shutterstock, EM Arts: blz. 200 (5.3); Shutterstock, Fancy Tapis: blz. 211 (13); Shutterstock, foryouinf: blz. 135; Shutterstock, Foxstudio: blz. 49; Shutterstock, gengirl: blz. 215 (4.3); Shutterstock, gerasimov_foto_174: blz. 14 (8); Shutterstock, goodluz: blz. 94; Shutterstock, Graeme Dawes: blz. 231 (2.2); Shutterstock, Henrik Larsson: blz. 63 (5); Shutterstock, Hong xia: blz. 32; Shutterstock, Iain Frazer: blz. 198 (2); Shutterstock, Igor Sokolov (breeze): blz. 184 (7); Shutterstock, Ikhwan

Ameer: blz. 232 (4.2); Shutterstock, ilusmedical: blz. 159 (10); Shutterstock, In The Light Photography: blz. 31 (11); Shutterstock, Iurii Osadchi: blz. 107 (7); Shutterstock, ivansnap: blz. 114 (15); Shutterstock, Ivica Drusany: blz. 132; Shutterstock, Ivonne Wierink: blz. 231 (2.1); Shutterstock, JanBussan: blz. 226 (2.1); Shutterstock, Jaroslaw Kurek: blz. 16; Shutterstock, Joerg Unfried: blz. 163; Shutterstock, Jose Luis Calvo: blz. 37 (5.1b-5.3b); Shutterstock, Julio Salgado: blz. 185 (1.3); Shutterstock, K.Kargona: blz. 226 (3.3); Shutterstock, Ken Griffiths: blz. 136; Shutterstock, Kirill Bibrich: blz. 21 (7); Shutterstock, Ksenia Lada: blz. 216 (7); Shutterstock, Kuznetsov Alexey: blz. 107 (6); Shutterstock, LANBO: blz. 8 (1); Shutterstock, Lario Tus: blz. 62; Shutterstock, Idambies: blz. 22 (9.2); Shutterstock, Lemurik: blz. 46 (8); Shutterstock, LightField Studios: blz. 47 (11); Shutterstock, Maks Narodenko: blz. 211 (12.2); Shutterstock, Martin Fowler: blz. 231 (2.3); Shutterstock, Maxal Tamor: blz. 189 (7.5); Shutterstock, Monkey Business Images: blz. 133 (5.1, 5.2); Shutterstock, MriMan: blz. 22 (9.1), 31 (10); Shutterstock, Nataliia Sydorova: blz. 189 (7.2); Shutterstock, Nattika: blz. 211 (12.3); Shutterstock, Nick Pecker: blz. 189 (7.1); Shutterstock, NOPPHARAT STUDIO 969: blz. 189 (7.3); Shutterstock, Norman Ong: blz. 184 (8); Shutterstock, Oleksandr Rybitskiy: blz. 196; Shutterstock, Orini: blz. 194; Shutterstock, osap: blz. 15 (11); Shutterstock, paula french: blz. 186 (1.1); Shutterstock, Pavel K: blz. 61 (6);

Shutterstock, photobar: blz. 62; Shutterstock, Pierre-Yves Babelon: blz. 202 (8.1); Shutterstock, Rashid Valitov: blz. 131 (3); Shutterstock, Richard Griffin: blz. 186 (2), 204 (3); Shutterstock, Rob Marmion: blz. 217; Shutterstock, robert paul van beets: blz. 214 (3.1); Shutterstock, Ruud Morijn Photographer: blz. 163; Shutterstock, Sarnia: blz. 45 (5.1); Shutterstock, science photo: blz. 235; Shutterstock, SciePro: blz. 34, 140 (4); Shutterstock, Sebastian Kaulitzki: blz. 21 (5); Shutterstock, Sergey Popov V: blz. 58 (1); Shutterstock, Shaiith: blz. 60 (4); Shutterstock, Shulevskyy Volodymyr: blz. 189 (7.4); Shutterstock, Skumer: blz. 40 (9); Shutterstock, spetenfia: blz. 226 (3.2); Shutterstock, Stefano Panzeri: blz. 30 (7); Shutterstock, Steve Reed: blz. 62; Shutterstock, stockfour: blz. 45 (6); Shutterstock, Teguh Mujiono: blz. 37 (6); Shutterstock, Tompet: blz. 236; Shutterstock, Tuzemka: blz. 38; Shutterstock, Vaclav Volrab: blz. 200 (5.5); Shutterstock, Valentyn Volkov: blz. 202 (8.2); Shutterstock, Victoria Kisel: blz. 131 (2.1, 2.2); Shutterstock, zelena: blz. 14 (10); Shutterstock: blz. 110 (2.1), 183 (6), 215 (6), 226 (2.2); Teun Berserik, Den Haag: blz. 47 (10), 121 (2), 153; UMC Utrecht: blz. 33 (13.1, 13.2); USDA-NRCS, Steve Hurst: blz. 226 (3.1); Voermans Van Bree Fotografie, Arnhem: blz. 21 (6), 61 (8), 65, 79, 80, 85, 164, 167, 169; Wieger Wamelink, WUR: blz. 197; Wim R. Euverman, Utrecht: blz. 68.

Omslag: Getty Images, Carlos A Carreno

ISBN 978 94 020 6840 5

Release 2021, eerste oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp).

Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg, 's-Hertogenbosch

Ondanks vele inspanningen is het de uitgever misschien niet gelukt alle rechthebbenden te achterhalen. Wie denkt rechthebbende te zijn, kan zich wenden tot de uitgever.



Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.



Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.



Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

EINDREDACTIE

Lineke Pijnappels

AUTEURS

Daniël van Draanen

Marianne Gommers

Arthur Jansen

Judith Korhorn

Hans Rawee

MET MEDEWERKING VAN

Arteunis Bos

Onno Kalverda

ISBN 978 94 020 6840 5



9 789402 068405

596100